

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
présenté pour l'obtention du  
**DIPLOME D'INGENIEUR AGRONOME**

**Spécialisation : Production Végétale Durable**

**Caractérisation des pratiques de fertilisation de la canne à sucre et de leurs déterminants dans le Territoire de la Côte Ouest de la Réunion**



GESTION INTÉGRÉE DES RÉSIDUS ORGANIQUES PAR LA **VALORISATION AGRONOMIQUE** À LA RÉUNION

**par Noëlie MAURETTE**

**Année de soutenance : 2011**

**Organisme d'accueil : UPR GREEN - CIRAD Saint Denis de la Réunion**



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
présenté pour l'obtention du  
**DIPLOME D'INGENIEUR AGRONOME**

**Spécialisation : Production Végétale Durable**

**Caractérisation des pratiques de fertilisation de la canne à sucre et de leurs déterminants dans le Territoire de la Côte Ouest de la Réunion**

**par Noëlie MAURETTE**

**Mémoire préparé sous la direction de :** Aurélie METAY

**Organisme d'accueil :**  
UPR GREEN - CIRAD Saint Denis de la Réunion

**Présenté le :** 23/09/2011

**Devant le jury :**

Edith LE CADRE-BARTHELEMY,  
*Président du jury*

Brigitte BRUNEL, *Rapporteur*

Aurélie METAY, *Enseignant-tuteur*

**Maître de stage :** Jérôme QUESTE



## RESUME

On estime qu'à l'horizon 2020, à la Réunion, le développement urbain et celui des élevages va entraîner des augmentations de plus de 50% des volumes de boues de station d'épuration et d'effluents d'élevage produits. (Thuriès, 2011). Dans le même temps, l'agriculture réunionnaise, dépendante des engrais de synthèse subit de plein fouet leur variation de prix (GCL développement durable, 2010). Alors que les effluents d'élevage et les déchets des sucreries trouvent aujourd'hui des circuits de valorisation agricole, les matières organiques des collectivités sont majoritairement stockées en Centre de Stockage des Déchets Ultimes (CSDU). Dans un enjeu de développement durable, les collectivités souhaitent valoriser ces matières en agriculture. Face au mitage des surfaces agricoles utiles par l'expansion urbaine et aux difficultés d'accès aux parcelles liées au relief escarpé de la Réunion, les acteurs du monde agricole craignent une compétition des différents producteurs de matière organique pour les surfaces épandables. Afin de parvenir à une gestion concertée de ces matières, ces acteurs ont choisi de s'engager dans le projet participatif Gestion Intégrée des Résidus Organiques par la Valorisation Agronomique à la Réunion (GIROVAR), coordonné par le pôle Risque Environnemental, Agriculture et Gestion Intégrée des Ressources (REAGIR) du Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Le travail présenté dans ce document fait partie de l'étude de la demande des agriculteurs en matières organiques. Il vise à caractériser les pratiques de fertilisation des planteurs de canne dans la communauté de communes du Territoire Côte Ouest (TCO) et à évaluer les déterminants de ces pratiques qui peuvent représenter des leviers d'action. Un échantillon représentatif d'exploitations cannières a été étudié grâce à la combinaison de bases de données d'enquêtes existantes complétées par de nouvelles enquêtes en 2011. L'étude statistique de ces données a permis de mettre en évidence que le développement de l'utilisation des matières organiques par les planteurs de canne nécessite de travailler sur la perception de ces matières par les agriculteurs, pour aller vers une meilleure prise de conscience de leur valeur fertilisante et de permettre la mise en pratique d'une volonté de diminution des doses d'engrais minéral utilisé en combinaison avec les matières organiques. De plus, la majorité des matières organiques épandues à ce jour dans le TCO sont épandues mécaniquement. Développer leur utilisation nécessite d'améliorer la disponibilité et les performances des outils d'épandage existants afin de pouvoir étendre les surfaces disponibles pour l'épandage ou de transformer les matières brutes en produits épandables manuellement. Enfin, l'implication de l'agriculteur dans un réseau social de professionnel apparaît comme un déterminant fort d'une fertilisation mixte où les doses d'engrais minéral sont raisonnées en fonction des apports de matières organiques. Ces réseaux de professionnels peuvent donc représenter un relai non négligeable pour une transmission d'informations ou d'innovations, du terrain vers acteurs de la fertilisation en général et ces acteurs vers les agriculteurs.

### Mots clés

Fertilisation, Canne à sucre, matières organiques, île de la Réunion, pratiques.

## **ABSTRACT**

By 2020 in Reunion Island, urban and livestock farms development is supposed to lead to an increase of more than 50% of the volumes of urban sewage sludge and livestock farm waste (Thuriès, 2011). Meanwhile, agriculture still depends on mineral fertilizers and suffers from price instability (GCL développement durable, 2010). While livestock farm waste and sugar industry's residues are recycled in agriculture, urban organic waste is accumulating in landfills. In order to manage their urban and agricultural organic waste according to sustainable development principles, local authorities of Reunion Island are looking for solutions to optimize recycling of these substances to land. The main actors of the agricultural world on the island fear that the reduction of surfaces available for spreading by urban expansion would create a competition between organic matter producers. To prevent this competition and to better manage these matters, these actors chose to involve themselves in a participatory management project, GIROVAR (Organic Residuals Management by Agronomic Use in Reunion Island), lead by the CIRAD (International Research Center for Agronomic Development) pole REAGIR (Environmental Risks, Agriculture and Integrated Management of Resources). The study presented in this document contributes to qualifying the farmers' demand for organic fertilizers. It aims at describing how the sugar cane farmers fertilize their crops in the grouping of local authorities of the West Coast Territory of Reunion and at indentifying the constraints that influence these practices. Some of these constraints may trigger actions. This study merges data from several surveys to create a representative sample of sugar cane farmers. Our statistic results indicate that developing the use and improving the agronomic management of organic matters by sugar cane farmers requires raising farmers' awareness of the value of organic residues as fertilizers and soil enrichment. It should also help farmers to reduce mineral fertilizers' dose, when combined with organic matter. Furthermore, today, the most of organic matter is spread mechanically. Increasing the amount of organic matter recycled and the quality of this recycling implies improving the availability and the capacities of spreading machines to go through steep areas or/and the transformation of raw matters into a fertilizer that can be hand-spread. Finally, the farmer's commitment in professional networks seems decisive for the use of organic matters associated with mineral fertilizers in reduced doses. These networks should play a significant part to bilateral information exchange between farmers and the other stakeholders of fertilization in the West Coast Territory of Reunion.

### **Key words**

Fertilization, sugar cane, organic matters, Reunion Island, agricultural practices.

## REMERCIEMENTS

Un grand merci tout d'abord à mon maître de stage Jérôme Queste pour avoir été présent tout au long de ce stage, pour avoir contribué à ce que je me sente bien dès le départ dans l'équipe, pour tous les moments d'échanges qui m'ont permis d'avancer sur des bases solides, pour sa patience et son implication, pour sa collection de bande dessinées aussi ! Merci mille fois pour ce stage où je me suis vraiment régalée.

Mes remerciement vont ensuite à M. Naranin pour son aide considérable pour la prise de contact avec les agriculteurs et pour m'avoir ouvert les locaux du pôle canne pour travailler entre deux rendez-vous !

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à tous les agriculteurs qui ont bien voulu se prêter aux entretiens, pour leur accueil, leur patience et leur motivation ! Bon courage pour la fin de la coupe ! J'espère que ce travail contribuera à vous rendre la fertilisation plus douce...

Qu'aurais je fais sans l'aide précieuse de ma collègue du CIRAD Saint Pierre, Aurore Benneveau ? Merci pour ton aide rapide et efficace pour les analyses factorielles ! Je tiens également à remercier Aurore Bury également pour son aide indispensable pour compléter mes bases de données !

Un grand merci à toutes les personnes qui ont accepté de me consacrer un petit peu de leur temps pour me transmettre leur expérience, en particulier à Virginie Van de Kerchove, Bruno de Laburthe, Patrick Tiberghien, Rodolphe de Boisvilliers, Laurent Minatchy et son associé Nicolas Govindama, Sully Hoarau, Thierry Michels et Jean Marie Paillat.

Un merci enfin pour tous mes collègues du projet GIROVAR : les trois Aurélies, Pierre, Tom et William's! Sans oublier les collègues du bâtiment F !

Et ce n'est pas un merci mais un grand mi aime a ou !!! Pour tous les stagiaires, VAT, thésard et voisins qui ont partagé ma vie à la Réunion, pour tous les moments inoubliables aux quatre coins de l'île des plages aux fins fonds de Mafate...

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....	11
1 La Réunion : des matières organiques à valoriser, des circuits à structurer .....	12
1.1 L'agriculture à la Réunion .....	12
1.1.1 Un secteur clé dans un mouchoir de poche .....	12
1.1.2 La canne à sucre ( <i>Saccharum officinarum</i> ) .....	12
1.1.3 La filière sucre .....	12
1.1.4 Un modèle foncier modelé par la canne à sucre .....	13
1.2 Une production croissante de matières organiques .....	13
1.3 Un oligopole sur le marché des engrais minéraux .....	14
1.4 Le projet GIROVAR .....	15
1.4.1 Objectif du projet : .....	15
1.4.2 La zone d'étude : le Territoire de la Côte Ouest .....	16
1.4.3 Actions du projet GIROVAR .....	19
2 Problématique et méthodologie générale.....	20
2.1 Vers une meilleure valorisation des matières organiques.....	20
2.1.1 Quelles sont les pratiques actuelles de fertilisation des planteurs du TCO ? .....	21
2.1.2 Quels sont les déterminants des pratiques de fertilisation de la canne dans l'Ouest? .....	21
2.2 Les hypothèses.....	23
3 Méthodologie.....	24
3.1 Typologies d'exploitations : Synthèse bibliographique.....	24
3.1.1 Objectifs d'une typologie .....	24
3.1.2 Méthodes de construction des types .....	24
3.1.3 Le croisement de typologies .....	25
3.2 Enquêtes.....	26
3.2.1 Connaissances de base sur la population étudiée .....	26
3.2.2 Les enquêtes déjà réalisées .....	26
3.2.3 Un déficit de connaissance sur les exploitations en canne-exclusive...27	
3.2.4 Un échantillonnage stratifié et répondant à des quotas .....	28
3.2.5 Guide d'entretien .....	29
3.3 Traitement des données d'enquêtes.....	29
3.3.1 Outils de traitement statistique .....	29
3.3.2 Gestion de bases de données hétérogènes .....	31
3.3.3 Travail initial de préparation des données .....	31
4 Résultats .....	32
4.1 Caractérisation des pratiques .....	32
4.1.1 Itinéraire technique sur canne à sucre.....	32
4.1.2 Deux grands types de fertilisation.....	33
4.1.3 Des pratiques de fertilisation divisées en trois pôles .....	33
4.2 Analyse des caractéristiques fonctionnelles.....	40
4.2.1 Les exploitations du TCO : Caractéristiques globales .....	40
4.2.2 Quatre pôles fonctionnels .....	42
4.3 Identification des déterminants des pratiques .....	45



4.3.1	Répartition des pôles de pratiques dans les différents pôles fonctionnels .....	46
4.3.2	Analyse des croisements de variables .....	46
5	Discussion.....	49
5.1	Qualité des données et pertinence de la méthode.....	49
5.1.1	L'échantillonnage.....	49
5.1.2	Limites de l'analyse factorielle .....	50
5.1.3	Des typologies « situées ».....	50
5.2	Une hétérogénéité des pratiques avérée .....	50
5.2.1	Des canniers exclusifs pas si homogènes.....	51
5.2.2	L'anticipation : un déterminant flou .....	51
5.2.3	La perception des matières organiques.....	51
5.3	Déterminants fonctionnels des pratiques de fertilisation .....	52
5.3.1	Mécanisation des épandages .....	52
5.3.2	Réseau social professionnel.....	53
	CONCLUSION.....	55
	Table des figures .....	56
	Table des Tableaux .....	57
	Bibliographie.....	58
	Annexes.....	61

## SIGLES ET ACRONYMES

AFCM : Analyse Factorielle des Correspondances Multiples  
AFM : Analyse Factorielle Multiple  
AMEXA : Assurance Maladie et Maternité des Exploitations Agricoles  
BOS : Bilan d'Occupation des Sols  
CASDAR : Compte d'Affectation Spéciale « Développement Agricole et Rural »  
CIRAD : Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement  
COMMOD : COMpanion MODelling approach  
CSDU : Centre de Stockage des Déchets Ultimes  
CTICS : Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre de l'île de la Réunion  
DAAF : Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt  
DEFI : Développement, Elevage, Filières Interprofessionnelles  
FEADER : Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural  
FRCA : Fédération Régionale des Coopératives Agricoles à la Réunion  
GIROVAR : Gestion Intégrée des Résidus Organiques par la Valorisation Agronomique à la Réunion  
GREEN : Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement  
MO : Matières Organiques  
MVAD : Mission de Valorisation Agricole des Déchets  
OCM : Organisation Commune de Marché  
PDRR : Programme de Développement Rural de la Réunion  
REAGIR : Pôle du CIRAD, Risque Environnemental, Agriculture et Gestion Intégrée des Ressources.  
RGA : Recensement Général Agricole  
SAFER : Société d'Aménagement Foncier et de l'Espace Rural  
SAU : Surface Agricole Utile  
SIER : Société d'Importation des Engrais à la Réunion  
TCO : Territoire de la Côte Ouest

# INTRODUCTION

La fertilisation des cultures était historiquement basée sur le recyclage des matières organiques disponibles localement. La première révolution verte en agriculture a introduit une source externe d'éléments fertilisants dans les systèmes agricoles, des engrais à bas coût, synthétisés par l'industrie pétrochimique ou extraits de gisements minéraux. Accompagnée du développement des connaissances sur la nutrition et les besoins des plantes, l'utilisation de ces engrais s'est généralisée partout dans le monde (IFA statistics, 2010) et a permis une certaine maîtrise des apports nutritifs aux cultures ainsi a contribué à une augmentation des rendements (Tilman, 2002). Les productions végétales ont pu devenir indépendantes des élevages pour la fertilisation.

Face à ces engrais dits « minéraux », les matières organiques présentent une telle variabilité de composition, de textures et de propriétés en fonction de leur origine, de leur stockage ou encore de l'année de production que leur utilisation est difficile dans le cadre d'un objectif d'optimisation des apports nutritifs. Alors que leur utilisation agricole n'est plus systématique, les matières organiques produites par les élevages, les collectivités, ou les industries agro-alimentaires voient leurs quantités augmenter et rencontrent parfois, comme à la Réunion, des difficultés pour être valorisées.

Aujourd'hui, avec l'augmentation du prix du pétrole, les engrais de synthèse importés ont vu leur prix exploser en quelques années (voir Figure 1). Parallèlement à cette montée des prix, la prise de conscience de la limitation des réserves naturelles et de l'appauvrissement des sols en matières organiques a contribué à faire émerger l'idée d'une seconde révolution verte (Griffon, 2006).

Cette seconde révolution serait basée sur la valorisation des processus écologiques existant dans une parcelle agricole et sur l'idée de gestion de la variabilité naturelle plutôt que sur la volonté d'uniformisation. Sur le plan de la fertilisation, on chercherait donc à valoriser l'existant, c'est-à-dire les matières issues du vivant qui ont une valeur fertilisante pour les sols et les cultures tout en adoptant une vision à long terme de la fertilisation, ce qui amène à considérer à la fois les apports pour répondre aux besoins des cultures mais également la préservation des propriétés bio-physico-chimique des sols.

Valoriser les matières organiques en agriculture est donc un enjeu primordial mais qui nécessite une meilleure connaissance de leurs propriétés fertilisantes et amendantes, de leurs interactions avec les sols et surtout le développement d'outils de gestion de la diversité de ces matières et d'accompagnement des agriculteurs pour fertiliser dans le respect de l'environnement tout en conservant de hauts rendements. Cela amène également à recréer des liens entre producteurs de matières organiques et consommateurs de ces matières.

La Réunion de par sa situation insulaire concentre tous les enjeux qui viennent d'être présentés sur un petit espace de 2512 km<sup>2</sup>. Certains acteurs du monde agricole ont souhaité s'engager en 2011 dans la voie de la valorisation des matières organiques en agriculture avec le lancement du projet GIROVAR, auquel contribue la présente étude.

# 1 La Réunion : des matières organiques à valoriser, des circuits à structurer

## 1.1 L'agriculture à la Réunion

### 1.1.1 Un secteur clé dans un mouchoir de poche

Un euro sur deux exporté à la Réunion est issu du secteur agricole et du sucre. L'agriculture est donc un secteur clé pour l'économie de l'île (C. A. Réunion 2011) alors que la SAU, réduite par un relief très important et un mitage lié à l'expansion urbaine, représente seulement 19,5% de la surface totale du département (Bonnal, et al., 2003). Les prévisions annoncent que d'ici 2030, la population devrait être de plus d'un million d'habitants (INSEE 2011), répartis essentiellement sur les basses-pentes aux pourtours de l'île. La canne à sucre domine le paysage et l'économie agricoles, avec 59% de la SAU cultivée en canne à sucre soit environ 28000 ha (C. A. Réunion 2011). Les productions animales sont également bien représentées avec 24% de la SAU et les autres productions diverses (Maraîchage, Arboriculture, Horticulture) représentent 14% de la SAU.

### 1.1.2 La canne à sucre (*Saccharum officinarum*)

La canne à sucre est une graminée pluriannuelle. C'est une plante à rhizome renouvelée tous les 5 à 10 ans. Sa multiplication se fait par reproduction végétative (bouturage). De nombreuses variétés sont cultivées à la Réunion, souvent adaptées à la situation topographique (Fillols, et al., 2007). Cette culture est particulièrement bien adaptée à la Réunion pour sa bonne résistance aux cyclones et sa capacité à limiter l'érosion des sols.

Tous les produits de la canne sont valorisés. Les tiges, coupées entre Juillet et Décembre, sont transformées industriellement pour en extraire le sucre. Les résidus ligneux de pressage de ces tiges, les bagasses, sont brûlées par les usines de production de sucre pour produire de l'énergie durant la campagne sucrière. Les écumes (boues de filtration) et les cendres de bagasse sont restituées sur les terres agricoles enfin, la mélasse est valorisée dans les distilleries ou en alimentation animale. Les pailles des cannes peuvent être laissées en place sur les parcelles ou être exportées pour l'alimentation animale.

### 1.1.3 La filière sucre

La filière sucre est extrêmement structurée à la Réunion. Depuis 2010, l'ensemble des outils de production sont possédés par une entreprise internationale, Tereos. Cette entreprise gère les deux usines de transformation, Le Gol et Bois Rouge, les plateformes de livraison de la canne et a des conseillers spécialisés répartis dans les pôles cannes sur l'ensemble du territoire. Les usiniers fixent les calendriers de récolte, peuvent accorder des prêts et des avances aux planteurs pour l'achat de leurs engrais, fournissent des matières fertilisantes comme l'écume et des services de livraison de cette écume.

Cette filière bénéficie également du soutien de la Chambre d'Agriculture de la

Réunion, et de l'encadrement d'un grand nombre d'organismes de conseil et recherche comme le CIRAD<sup>1</sup>, eRcane<sup>2</sup> et le CTICS<sup>3</sup>.

D'un point de vue économique, le sucre est historiquement une denrée très soutenue par l'Etat, puis par l'Europe, avec notamment la création d'une Organisation Commune de Marché sur le sucre en 1968 existant toujours aujourd'hui. Cette OCM permet de maintenir un prix garanti et administré du sucre par l'Europe, renégocié à la baisse régulièrement. Cette baisse est compensée par de nombreuses aides européennes pour soutenir la plantation des nouvelles cannes, l'investissement pour les aménagements fonciers ou le transport à tel point qu'en 2004, ces aides représentaient en moyenne 140% du revenu d'un planteur (Fusillier, et al., 2007).

#### **1.1.4 Un modèle foncier modelé par la canne à sucre**

Marquée longtemps par de grandes exploitations coloniales, la structure foncière de la Réunion a été profondément remembrée depuis 1961. Les exploitations familiales ont progressivement remplacé les structures salariales. Les parcelles, auparavant perpendiculaires à la côte, ont été divisées en bandes parallèles au littoral. Le colonat s'est développé dans les hauts, les propriétaires préférant conserver les parcelles des bas pour leur propre exploitation. Ce système tend aujourd'hui à disparaître et la surface exploitée se partage entre fermage et faire valoir direct (Bonnal, et al., 2003). Dès les années 60, la SAFER a cherché à développer un modèle d'exploitation familiale, installé sur 5 ha en canne à sucre, surface estimée suffisante à l'époque pour gagner un SMIC et demi. Avec la baisse progressive du prix du sucre, cette surface était de l'ordre de 8 ha en 2003, pour la canne pluviale (Fusillier, et al., 2007). L'agrandissement des exploitations est rendu difficile par la compétition avec l'espace urbain et le peu de surfaces disponibles.

La canne à sucre est le produit agricole dominant de l'agriculture réunionnaise, à la fois par son histoire, son omniprésence dans les paysages, son rôle écologique et son impact sur les structures des exploitations agricoles actuelles.

## **1.2 Une production croissante de matières organiques**

La compétition entre le secteur agricole et l'expansion urbaine n'a pas que des conséquences sur les surfaces agricoles mais également sur la gestion des déchets. Du côté urbain, le développement de la population et la mise au normes des systèmes d'épuration des eaux entraînent une production accrue de boues de station d'épuration, de déchets ménagers et de déchets verts. On prévoit ainsi qu'à l'horizon 2025, le volume de boues de station d'épuration produit aura doublé (Thuriès, 2011). Le débouché majeur de ces déchets urbains aujourd'hui est le Centre de Stockage des Déchets Ultimes. Devant ces quantités croissantes de matières organiques (MO dans la suite du rapport) produites par les collectivités et face aux enjeux de développement durable, le stockage de ces matières en CSDU n'est pas satisfaisant. Les collectivités sont donc en quête de solutions de valorisation de ces matières, dont une solution serait l'épandage sur les terres agricoles qui nécessite une garantie de qualité des produits épandus. Or, en raison de difficultés liées à la qualité

<sup>1</sup> Analyses de sols et conseil de fertilisation, recherche pour l'amélioration de la production.

<sup>2</sup> Sélection de variétés.

<sup>3</sup> Mesures du taux de sucre dans les cannes avant l'entrée en usine.

du tri et à la contamination par le sol de la Réunion, riche en métaux lourds, les 14 800 tonnes de déchets verts compostés au Port et à Saint Leu n'ont pas les qualités requises pour pouvoir être épandus sur des terres agricoles. Les boues de station d'épuration peuvent désormais être valorisées en agriculture, après démonstration de leur innocuité sur les sols andiques ayant abouti à une dérogation légale. Les premiers plans d'épandage sont en cours de constitution en 2011. Aujourd'hui, seuls les effluents d'élevage et les déchets agro-industriels de la filière sucre trouvent des débouchés pour l'épandage sur terres agricoles. Cependant, même si ces effluents sont inclus dans des circuits de valorisation informels (Pernot, 2007) on prévoit qu'avec le développement des élevages soutenu par le projet DEFI<sup>4</sup>, les volumes d'effluents produits vont augmenter de 50% d'ici 2020, ce qui risque d'entraîner des difficultés de gestion (Thuriès, 2011).

Face à ces tendances de production croissante des MO pour une surface agricole réduite et grignotée par l'expansion urbaine, les professionnels du secteur agricole et les collectivités publiques productrices de déchets s'inquiètent aujourd'hui des possibles compétitions pour les surfaces agricoles épandables.

### **1.3 Un oligopole sur le marché des engrais minéraux**

L'agriculture réunionnaise est dépendante des importations d'engrais minéraux. Le marché des engrais était dominé avant 2006 par deux entreprises d'importation, la SIER et CANAVI. La SIER importait des composés « bruts » et réalisait les mélanges adaptés aux cultures réunionnaises dans une usine basée sur l'île. En 2006, CANAVI a fermé et la SIER a été rachetée par la Coopérative des Avirons, qui ne réalise plus les mélanges sur place mais importe les engrais prêts à être vendus. Aujourd'hui, deux principaux fournisseurs se partagent le marché, la Coopérative des Avirons à l'Ouest, qui possède un réseau de magasins denses (Magasins Gamm Vert) et par l'entreprise CANE à l'Est. Ces structures fournissent à la fois les agriculteurs et les particuliers en engrais, produits phytosanitaires et matériel agricole. Selon Patrick Thiberghien, ancien responsable de la SIER, les volumes importés, tous engrais confondus sont de l'ordre de 32 000 tonnes.

En 2007 et 2008 a eu lieu une crise des prix des engrais (Voir Figure 1). Une aide a été distribuée aux planteurs pour qu'ils puissent continuer d'acheter des engrais. Cette crise a tout de même entraîné des pertes de rendements à la suite de la diminution de la fertilisation par les agriculteurs (Naranin 2011).

---

<sup>4</sup> Développement des élevages pour atteindre 55% d'autosuffisance en viande dans le département

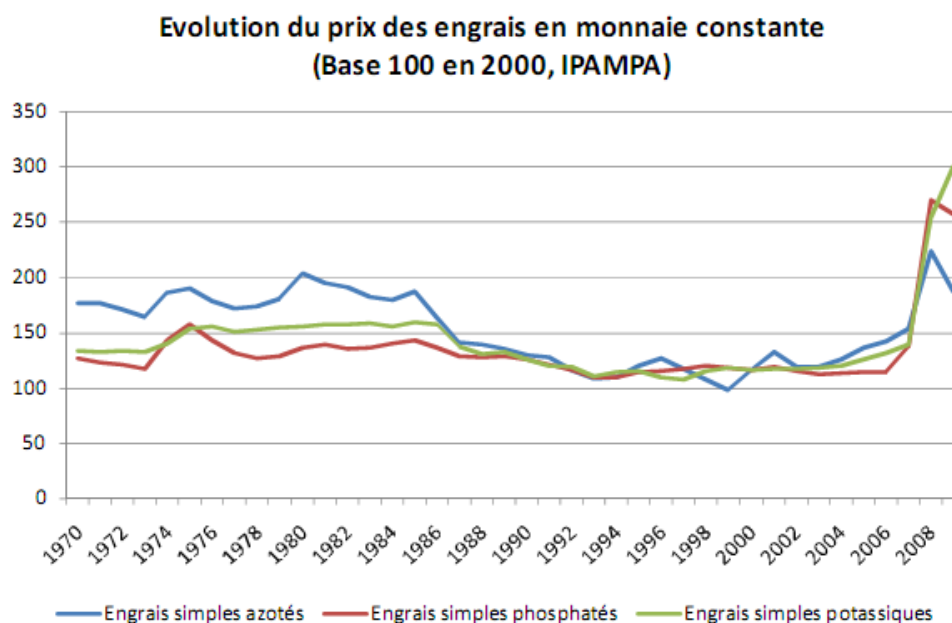


Figure 1 : Evolution du prix des engrais de 1970 à 2010. Source : (GCL développement durable 2010)

Les engrais minéraux dominent le marché des produits fertilisants à la Réunion, il n'existe pas à l'heure actuelle de circuit de commercialisation majeur pour les produits organiques. La Coopérative des Avirons ainsi que ses concurrents travaillent leur entrée sur ce nouveau marché et cherchent à produire des engrais organiques normalisés avec les matières produites à la Réunion (Tiberghien 2011).

## 1.4 Le projet GIROVAR

### 1.4.1 Objectif du projet :

Portés par les problèmes de compétition pour les surfaces agricoles épandables et par la crise du prix des engrais minéraux, les acteurs agricoles de la Réunion ont souhaité s'engager dans le projet GIROVAR, financé par un fond CASDAR, entamé en 2011 pour une durée de 3 ans, coordonné par le CIRAD. Ce projet a pour objectif principal de réunir les acteurs liés à la gestion des MO pour les amener à travailler et décider ensemble de scénarii de gestion afin que le recyclage agricole de ces matières contribue à « la productivité durable du territoire ». C'est un projet qui vise à la fois à développer des innovations organisationnelles et techniques, à travers une démarche participative basée sur la méthode COMMOD développée par l'unité GREEN CIRAD (Etienne, 2010).

Les principaux partenaires de ce projet sont des producteurs de matières qui souhaitent valoriser leurs produits. Pour répondre à ce souhait, l'originalité du projet réside dans la volonté de piloter la gestion des MO par la demande des agriculteurs. C'est un projet pilote qui se déroule uniquement dans la partie Ouest de la Réunion, sur les 5 communes de la communauté de communes Territoire Côte Ouest (Voir Figure 2) : La Possession, Le Port, Saint Paul, Saint Leu et Trois Bassins qui ont manifesté leur intérêt pour le projet et qui présentent l'avantage de regrouper « un échantillon représentatif des acteurs concernés par la valorisation des déchets

organiques », c'est-à-dire des agriculteurs et éleveurs ; des structures de conseil ; des administrations et des producteurs d'effluents urbains (Wassenaar 2010).

### 1.4.2 La zone d'étude : le Territoire de la Côte Ouest

Le Territoire de la Côte Ouest est divisée en trois bassins de livraisons de la canne<sup>5</sup> ayant un passé différent (Voir Figure 2). Les bassins de Grand Pourpier et des Tamarins ne sont devenus des zones cannières que récemment grâce aux travaux d'aménagement importants lancés en 1989 pour permettre d'irriguer les « bas » de l'Ouest. La culture de la canne est au contraire implantée depuis l'époque coloniale dans le bassin de Stella.

L'arrivée de l'irrigation a permis le passage d'un système de culture pluvial de la canne à un système irrigué pour les parcelles entre 0 et 600 m d'altitude et le développement de cette culture sur de nouvelles surfaces, anciennement en friche. La culture du géranium très présente dans les hauts de Saint Paul a progressivement disparu avec la baisse de la demande des parfumeurs et la compétition avec d'autres pays producteurs.

Dans le cadre du projet GIROVAR, des triplets climat-sol-plantes ont été établis à partir des données d'occupation des sols, des connaissances pédologiques sur la zone et de données climatiques. Parmi ces triplets, on retrouve la canne à sucre, présente uniquement sur deux zones pédoclimatiques : les « Extrémités de planèzes ondulées » et les « Moyennes planèzes ondulées » (Voir Figure 2).

Ces milieux sont caractérisés par :

- EPO : Altitude <600m. Sols à pH acide à neutre, à CEC moyenne et saturée, faible profondeur, affleurements rocheux, texture argileuse, faible teneur en matière organique.
- MPO : Altitude comprise entre 600 et 1000 m. Sols acides, à CEC assez faible et faiblement désaturée, profondeur variable en fonction de la pente, rétention modérée du phosphore, teneur correcte en matière organique.

Certaines caractéristiques des exploitations de la zone ont pu être décrites grâce aux bases de données du recensement RGA 2000, de la base de données DAAF (liées à la déclaration des ilots PAC), mise à jour en 2009 et au BOS 2010.

Selon ces données, la zone comptait 2015 exploitations agricoles soit une SAU de 8500 ha environ en 2000. 92% des surfaces recensées dans les bases de données DAAF reçoivent des aides PAC et possèdent donc une référence d'exploitation, ce qui représente 786 exploitations seulement<sup>6</sup>. Le recensement effectué par Tereos qui reçoit toutes les cannes de la zone compte 702 livreurs de canne en 2010 aux trois plateformes du TCO (Naranin 2011). La SAU en canne recensée par la DAAF en 2009 est de 3798 ha.

<sup>5</sup> Zone délimitée au sein de laquelle toutes les cannes sont livrées à une même plate-forme pourvue d'une balance. Les cannes sont ensuite livrées des plateformes vers l'usine.

<sup>6</sup> Le RGA 2000 a recensé toutes les personnes ayant des productions agricoles sur plus d'un ha alors que la surface minimale d'installation pour être inscrit à l'AMEXA et percevoir les aides européennes est de 2 ha. Ces critères peuvent expliquer la différence importante du nombre d'exploitations recensées. (Réunion s.d., Ministère de l'Agriculture 2011)



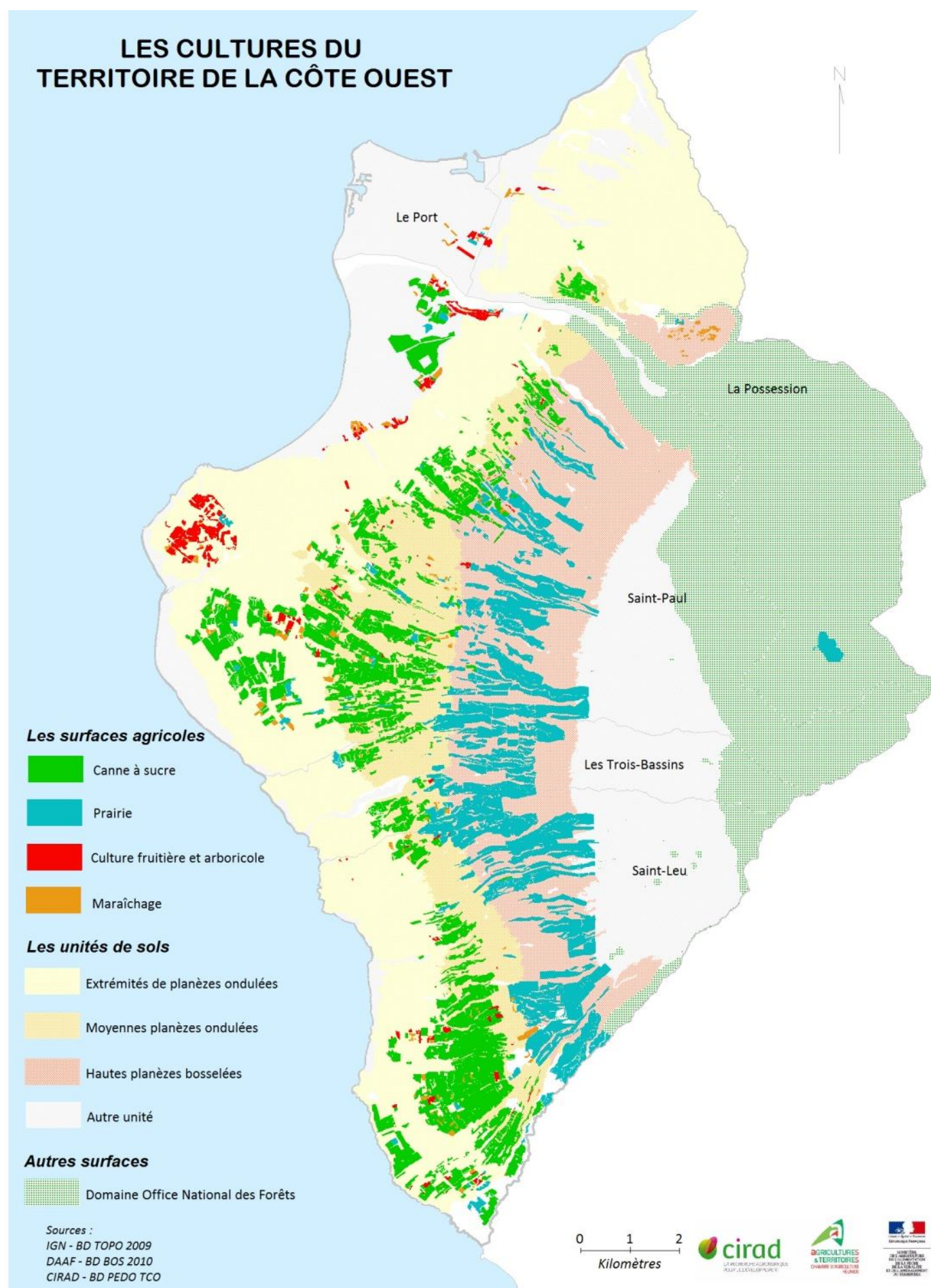


Figure 2 : Carte de la répartition des triplets climat-sol-plante - Document réalisé par A. Dijoux et T. Wassenaar dans le cadre du projet GIROVAR, 2011.

Les Figure 3 et Figure 4 montrent que la zone est dominée par les exploitations déclarées en « pivot canne à sucre » et les élevages, autant sur le plan du nombre d'exploitations que des surfaces. Si on s'intéresse uniquement aux exploitations ayant de la canne (Figure 5), on remarque que 82% des exploitations déclarent ne produire que de la canne.

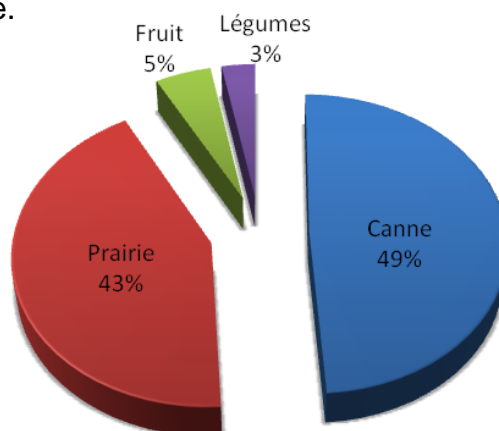


Figure 3 : Répartition des surfaces agricoles utiles du TCO dans les différents types de cultures (Source DAAF 2009, BD élevage 2006 de l'ARP actualisée avec BOS 2010, RGA 2011 données de la chambre d'agriculture)

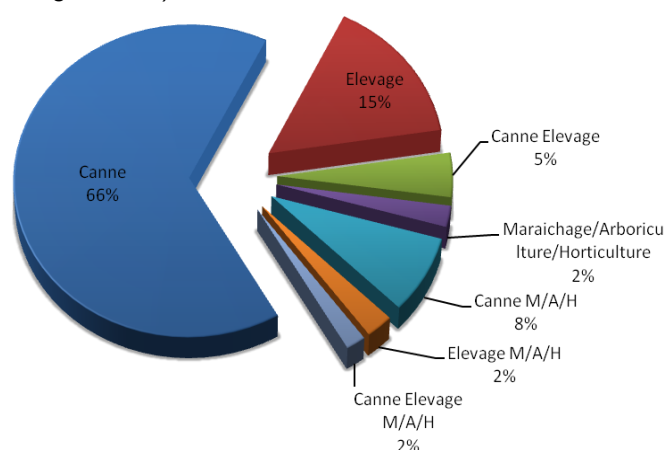


Figure 4 : Répartition des effectifs d'exploitations agricoles du TCO dans les différents types de cultures (Source DAAF 2009)

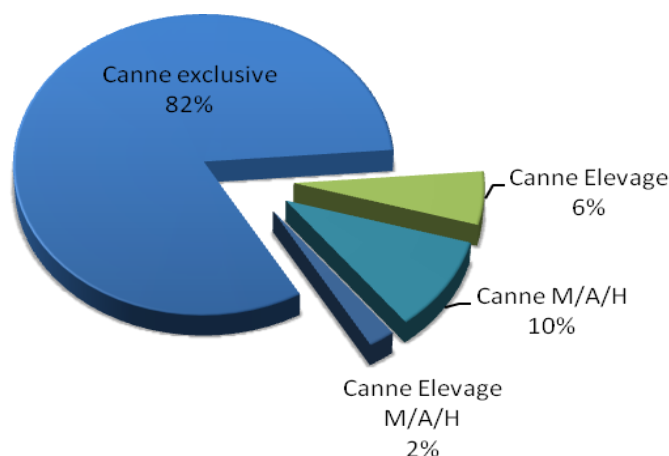


Figure 5 : Répartition des effectifs des exploitations cannières dans les différents types de combinaisons de cultures liées à la canne (Source DAAF 2009)

### 1.4.3 Actions du projet GIROVAR

Le projet se décline en cinq actions :

- 1. Evaluation de la demande agricole**
- 2. Inventaire et caractérisation des sources, des acteurs et des procédés de transformation des PRO**
- 3. Co-construction d'une représentation et de scénarios de gestion.**
- 4. Evaluation des scénarios**
- 5. Diffusion et valorisation**

Un premier atelier de travail réunissant tous les partenaires du projet ainsi que des acteurs de terrain représentant l'ensemble des filières touchées par la problématique a eu lieu du 15 au 17 Juin 2011. Cet atelier avait pour objectif de créer une dynamique de travail collectif dans un premier temps, de faire travailler les acteurs sur les problèmes posés par la valorisation des MO, sur les acteurs et ressources mobilisés dans les filières de production et d'utilisation des MO et de les amener à imaginer des scénarii des gestions de certaines matières. Le travail n'a pas abouti à la proposition de scénarii de gestion précis mais a permis d'atteindre l'objectif de création d'un collectif de travail et de soulever des idées sur un plan essentiellement organisationnel. Les premiers résultats du travail présenté dans ce mémoire ont été présentés lors de ces ateliers pour alimenter les discussions.

Le projet GIROVAR a pour objectif de permettre aux acteurs de la matière organique à la Réunion de parvenir à une gestion collective et concertée de ces ressources en s'adaptant à la demande des agriculteurs du TCO. L'étude présentée dans ce mémoire contribue à l'action 1 du projet : L'évaluation de la demande agricole en matière organique.

## 2 Problématique et méthodologie générale

### 2.1 Vers une meilleure valorisation des matières organiques

Les matières organiques produites dans le TCO et les exploitations agricoles de cette zone sont des sujets étudiés depuis longtemps. Les exploitations agricoles ont déjà fait l'objet d'études typologiques sur les modèles structurels d'exploitations existant à l'échelle de l'île (Fusillier, et al., 2007) et (Bonnal, et al., 2003). Les MO ont majoritairement été abordées du point de vue de l'offre en effluents d'élevage et en résidus de la transformation de la canne, dans un contexte où les élevages et les usines cherchaient à créer des filières de gestion et de valorisation sans craindre la compétition des MO produites par les collectivités. Ainsi, grâce aux travaux de la MVAD, et à ceux du CIRAD (Chabalier, et al., 2006), (Pernot, 2007) et (Paillat, et al., 2003), l'offre en MO est bien connue en termes de type de matière, de propriétés de ces matières et de quantités produites. Trois études CIRAD menées sur la base d'enquêtes chez les exploitants agricoles du TCO ont permis de rassembler des données sur les caractéristiques des exploitations de la zone et sur leurs pratiques, notamment de fertilisation (Vessières, 2010) (Laborde, 2010) (Herrou, 2010). Ces études ont été réalisées sur des échantillonnages non représentatifs et pour répondre à des problématiques très différentes (évaluation environnementale, valorisation des litières de volaille...) ce qui a conduit les enquêteurs à cibler particulièrement les exploitations maraîchères ou en canne – maraîchage. Synthétiquement :

- On a aujourd'hui peu de vision représentative des matières utilisées pour fertiliser ni des modalités d'utilisation de ces matières.
- Les traitements des données disponibles sur la zone ont eu pour but de décrire les pratiques sans envisager leur évolution et donc sans chercher à en analyser les déterminants.
- Les pratiques de fertilisation de la canne à sucre, malgré la prédominance de cette culture en termes de nombre d'exploitations et de surfaces cultivée dans l'Ouest sont très peu étudiées et souffrent de l'idée selon laquelle elles seraient très homogènes.

Il est donc important tout d'abord d'améliorer la représentativité des connaissances disponibles sur ce qui se fait actuellement en termes de fertilisation en particulier sur la canne à sucre qui représente un puits potentiel majeur pour la valorisation des MO et enfin de comprendre les facteurs déterminant la situation actuelle pour dégager des leviers d'action. Les travaux récents sur les pratiques et les exploitations agricoles du TCO constituent une ressource précieuse pour réaliser ces objectifs, les données brutes sont disponibles au CIRAD et peuvent être valorisées et complétées dans le cadre de ce travail. On peut résumer les objectifs par la problématique suivante :

**Dans quelle mesure les planteurs de canne du TCO sont ils susceptibles d'utiliser les matières organiques pour fertiliser la canne?**

Cette question centrale peut être décomposée en deux questions:



### **2.1.1 Quelles sont les pratiques actuelles de fertilisation des planteurs du TCO ?**

Il existe une grande diversité de méthodes d'approche de l'exploitation agricole selon les objectifs poursuivis et le domaine d'étude de l'observateur. On peut la voir comme une boîte noire qui consomme de la matière et en produit ou encore comme une entité répondant à des règles de décisions que l'on peut modéliser.

L'objectif poursuivi ici consiste à aller voir au sein d'un atelier particulier de l'exploitation agricole, l'atelier canne à sucre, et d'évaluer la diversité des adaptations de techniques de fertilisation des agriculteurs face à une diversité supposée de contraintes et atouts qu'ils rencontrent pour atteindre leurs objectifs. Cette adaptation des techniques à un ensemble de contraintes correspond à ce qu'on appelle les « pratiques » (Darre 1996). Ce terme fait partie du cadre théorique communément utilisé en agronomie définissant l'exploitation agricole comme « un système finalisé par les objectifs de l'agriculteur et de sa famille et confronté à un ensemble de contraintes » (Capillon 2010).

Le choix d'une approche systémique par une description des pratiques permet d'évaluer ce qui est fait actuellement dans les exploitations agricoles productrices de canne à sucre en termes quantitatifs (quantités de produits fertilisants utilisés, doses à l'hectare) et qualitatifs (mode d'application, matériel...). Cette première phase d'étude constitue une base, mais ne suffit pas à évaluer comment la situation actuelle peut être modifiée vers plus de valorisation des MO.

### **2.1.2 Quels sont les déterminants des pratiques de fertilisation de la canne dans l'Ouest?**

Certaines théories agronomiques considèrent que c'est par la compréhension du fonctionnement global de l'exploitation, c'est-à-dire « l'enchaînement de prises de décisions de l'agriculteur et de sa famille dans un ensemble de contraintes et d'atouts, en vue d'atteindre des objectifs qui leurs sont propres et qui gouvernent les processus de production présents sur l'exploitation » qu'on peut développer efficacement des actions de conseil ou de développement comme celui que propose le projet GIROVAR [(Capillon, 1993) et (Capillon, et al., 1991)].

En effet, si on cherche à modifier des pratiques, comme par exemple introduire ou améliorer l'utilisation de matières organiques dans la fertilisation de la canne, on ne peut s'abstraire de l'ensemble des déterminants qui ont abouti aux pratiques actuelles des agriculteurs. Les actions de développement peuvent donc s'orienter vers une modification de ce cadre de contraintes pour aller vers de nouvelles pratiques. Dans notre cas, il s'agit d'identifier les caractéristiques des exploitations utilisant déjà des matières organiques qui les distinguent des autres exploitations et d'étudier les possibilités d'étendre ces caractéristiques aux exploitations n'utilisant pas de MO. Ceci suppose que des exploitations ayant des fonctionnements similaires, c'est à dire une même adaptation de leurs pratiques à des déterminants identiques, auront tendance à répondre de la même façon à une modification de ces déterminants (Capillon, 2010).

Ce raisonnement de recherche de « fonctionnements similaires » revient à essayer de simplifier la réalité de la diversité des exploitations en un nombre réduit de types d'exploitations. Pour faciliter l'analyse des déterminants des pratiques on peut ainsi chercher à voir quels groupes de pratiques similaires et quels groupes de caractéristiques fonctionnelles peuvent être dégagés de la population étudiée. Ce

regroupement permettra d'un côté de voir quels critères rassemblent ou différencient les exploitations et comment se répartissent les exploitations d'un même groupe de pratiques au sein des groupes de caractéristiques fonctionnelles.

Faire évoluer les pratiques nécessite de connaître leur état actuel et d'en connaître les déterminants. L'approche du fonctionnement global représente ici un cadre théorique pour étudier les exploitations agricoles mais on ne peut prétendre dans le temps imparti à la compréhension précise de l'enchaînement des prises de décision à l'échelle de toutes les exploitations de la zone.

On a cherché à travers ce cadre à :

- Tout d'abord caractériser les pratiques actuelles d'un échantillon représentatif des exploitations cannières du TCO. Cet échantillon étant construit sur la base d'un premier lot d'enquêtes issues d'études antérieures et complété à la fois en termes d'information recueillies pour servir la problématique et en termes d'effectif pour atteindre l'objectif de représentativité.

- Ensuite, à déterminer les caractéristiques fonctionnelles des exploitations de cet échantillon (principalement liées à la structure et à l'environnement socio-économique et physique).

Ces deux étapes s'appuient à la fois sur la description des distributions d'exploitations selon les différentes variables observées et sur un raisonnement typologique.

- Enfin, à analyser par un croisement des pratiques et des caractéristiques fonctionnelles des exploitations quels peuvent être les déterminants fonctionnels des pratiques.

## **2.2 Les hypothèses**

Afin de pouvoir valoriser les enquêtes effectuées auparavant, on suppose que les pratiques et caractéristiques fonctionnelles des exploitations n'ont pas changé de manière significative depuis 2009.

Pour répondre à la problématique selon les orientations méthodologiques énoncées précédemment, on peut formuler les hypothèses suivantes :

**Hypothèse 1** : Les exploitations agricoles produisant de la canne à sucre dans l'Ouest présentent une hétérogénéité de pratiques de fertilisation et de caractéristiques fonctionnelles permettant de regrouper ces exploitations en sous-groupes ayant des pratiques et des caractéristiques fonctionnelles homogènes.

**Hypothèse 2** : Les exploitations ayant des combinaisons de productions différentes (exemple : canne-maraîchage-élevage vs canne exclusive) ont des pratiques différentes. On base cette hypothèse sur l'idée qu'un agriculteur produisant de la MO par son propre atelier d'élevage aura tendance à utiliser cette MO sur ses cultures, et qu'un agriculteur possédant un atelier maraîchage a tendance à orienter les MO sur le maraîchage et non pas sur la canne comme l'a montré (Pernot, 2007).

**Hypothèse 3**: Les exploitations ayant des systèmes d'irrigation de la canne différents ont des pratiques différentes. Cette hypothèse est soutenue par les témoignages des acteurs de terrain qui considèrent que les exploitations en canne pluviale doivent attendre les premières pluies pour fertiliser alors que les exploitations possédant des systèmes d'irrigation peuvent s'abstraire de cette contrainte. Les pratiques de fertilisation seraient donc différentes.

**Hypothèse 4** : Les exploitants ayant un réseau social et professionnel développé n'ont pas les mêmes pratiques que les exploitants isolés. Cette hypothèse provient à la fois des références théoriques de (Akrich, et al., 2006) qui tendent à penser que l'implication d'un acteur dans un réseau, détermine sa capacité à adopter certaines pratiques et des travaux de (Vessières, 2010) et (Pernot, 2007) qui ont souligné le caractère informel des échanges de matières organiques parmi les exploitations de la zone. Hors d'un cadre d'offre de matière accessible identique pour tous, on peut donc supposer que l'entourage de l'agriculteur va déterminer s'il peut se procurer de la matière organique, du matériel pour l'épandre etc...et donc influencer ses pratiques de fertilisation.

**Hypothèse 5** : Les pratiques de fertilisation de la canne sont différentes selon la localisation spatiale des exploitations (localisation étant représentée par celle des parcelles de plus grande surface).

Cette hypothèse est soutenue par la mise en évidence par (Vessières, 2010) et (Pernot, 2007) d'un critère fort pour les agriculteurs d'utilisation ou non de matières organiques : la disponibilité de cette matière dans le temps et dans l'espace.

## 3 Méthodologie

### 3.1 Typologies d'exploitations : Synthèse bibliographique

#### 3.1.1 Objectifs d'une typologie

L'élaboration d'une typologie en sciences agronomiques peut répondre à des objectifs très divers : servir de base à la modélisation (Paillat, et al., 2003), élaborer un conseil adapté à des types d'exploitations (Landais 1996), reformuler un problème (Girard 2006) ou encore orienter des actions de développement pour des catégories précises d'exploitations ou de milieux (Landais 1996). Cet outil n'est pas l'apanage de l'agronomie, il est également très utilisé en sciences sociales et cognitives (Girard 2006), ainsi qu' en économie par l'étude de la segmentation d'un marché (APCE, 2009).

Un projet comme GIROVAR a pour objectif la gestion collective d'une ressource produite par une grande diversité d'acteurs et sous des formes très diverses, la matière organique. La typologie doit servir ici la compréhension des principales tendances d'utilisation des fertilisants dans le TCO et l'identification de leurs déterminants afin d'envisager « l'élaboration de gammes de solutions adaptées aux besoins et aux moyens des différents types d'exploitations » (Landais 1996). Elle pourra également servir de point de référence au temps 0 du projet pour l'évaluation de l'évolution des pratiques dans les années à venir.

#### 3.1.2 Méthodes de construction des types

A partir de la même approche de base du fonctionnement global de l'exploitation agricole (voir grille d'analyse en Annexe 1 ) se décline une grande diversité de méthodes typologiques utilisées en agronomie (Landais, 1996). La Figure 6 représente quelques grands axes méthodologiques qui existent.

On peut voir que les différentes méthodes se différencient à la fois par la source des données étudiées, par qui établit les critères de la typologie, par les outils aidant à sa construction et enfin par sa forme finale. Ces différents méthodes sont adaptées à des échelles et des objectifs différents. Alors que la méthode de (Perrot, et al., 1993) est appropriée pour résumer la connaissance des acteurs de terrain à l'échelle d'un département et orienter des actions à grande échelle, la méthode de (Girard, 2006) est adaptée à la reformulation d'un problème avec les acteurs d'un projet de développement à plus petite échelle. La méthode formalisée par (Capillon, 1993) exige des enquêtes très développées et longues qui sont difficiles à réaliser à grande échelle selon (Landais, 1996).

Dans tous les cas, on se pose la question du type d'objet que l'on crée. Il est possible de déterminer des classes délimitées par des seuils dans lesquelles on tentera de placer les exploitations. On affronte alors le problème de la sensibilité de ces seuils en fonction de l'échantillon utilisé pour les construire et de la difficulté de situer des individus très éloignés des centres de classes. Une autre méthode est de former des pôles d'attraction [(Girard, 2006), (Perrot, et al., 1993)] des prototypes d'exploitations, à partir desquels on pourra évaluer la ressemblance des différentes exploitations à cette exploitation type.



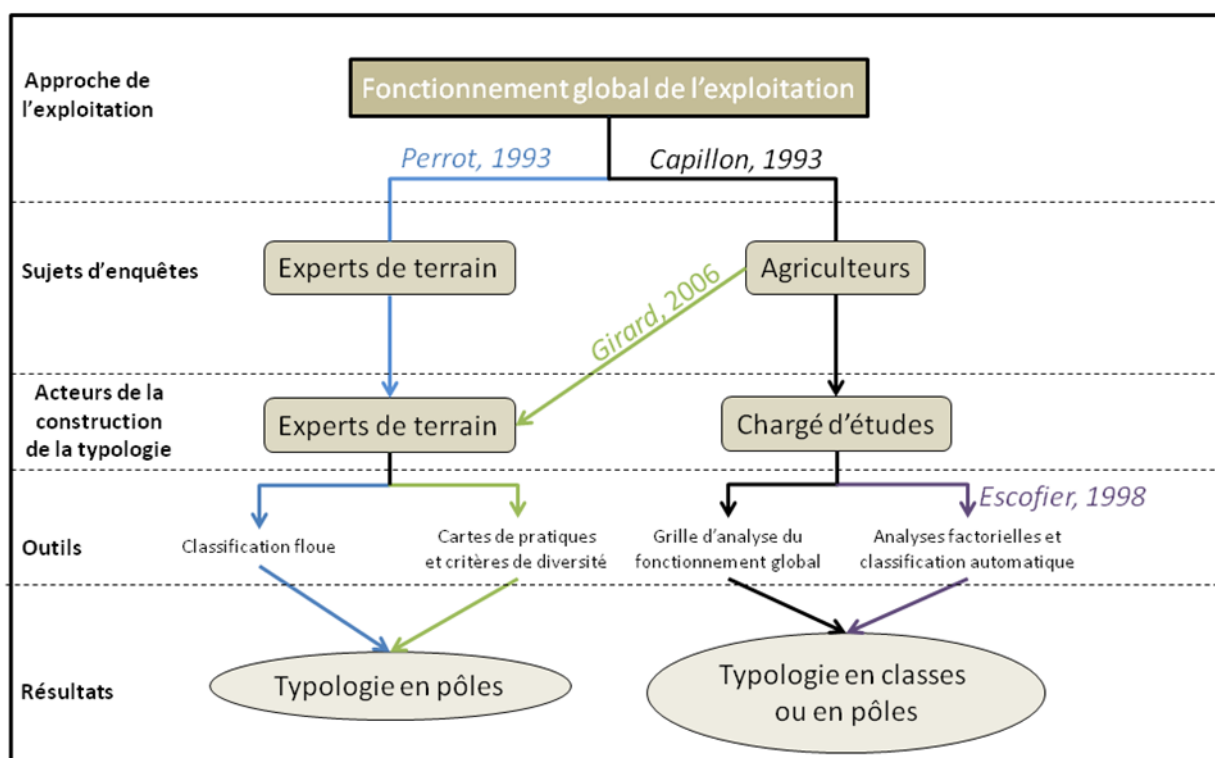


Figure 6 : Synthèse des différents axes méthodologiques pour la construction de typologies en agronomie. La compartimentation verticale représente les différentes étapes et acteurs intervenant dans la construction d'une typologie. Une méthode est représentée par le cheminement des flèches entre toutes ces étapes et est associée à un auteur par une couleur.

Actuellement, les exigences de la société envers les exploitations agricoles exigent une nouvelle échelle d'étude qui dépasse les limites de l'exploitation agricole. L'exploitation doit être considérée comme un acteur au sein d'un réseau social, économique ou encore environnemental par la gestion de biens communs comme l'eau. « Il existe des espaces dans lesquels les relations des exploitations entre elles et avec l'environnement présentent des caractéristiques particulières » (Deffontaines, et al., 1977). Isabelle Joulie montre la pertinence d'intégrer à l'étude du fonctionnement global des exploitations d'une zone, l'étude des relations spécifiques qu'elles peuvent avoir avec d'autres exploitations ou leur environnement dans des espaces particuliers (Joulie, et al., 1996). Dans la situation qui nous intéresse, cette approche paraît pertinente afin d'évaluer si la localisation des exploitations a une influence sur les pratiques de fertilisation.

### 3.1.3 Le croisement de typologies

Une typologie peut regrouper des exploitations selon une grande diversité de thèmes, comme par exemple leur fonctionnement global (Capillon, 1993) ou leurs pratiques (Girard, 2006). Le croisement de plusieurs typologies axées sur des thèmes différents permet de mettre en évidence un autre niveau de structuration c'est-à-dire d'observer si des exploitations homogènes du point de vue de leurs pratiques le sont également du point de vue de leur fonctionnement global. Ce type de méthode a déjà été utilisé par exemple lors d'une étude sur les pratiques et fonctionnement des vergers de mangues (Lemarié, 2008) et sur les planteurs de canne à sucre en Guadeloupe, avec un croisement d'une typologie de pratiques de culture de la canne et d'une typologie de stratégies (Bonotto, 2000).

La méthodologie pour la construction des typologies a été inspirée de ces méthodes en les adaptant au contexte, à la disponibilité des acteurs partenaires du projet et au temps imparti.

Des experts de terrain (CIRAD, Chambre d'agriculture (MVAD), FRCA, Tereos et Coopérative des Aviron) ont été consultés lors d'entretiens pour recueillir leurs connaissances sur la zone et leur vision des exploitations cannières. Ces entretiens ont contribué à la connaissance du terrain, à l'élaboration du guide d'entretien, à la sélection des variables pour la typologie et à l'interprétation des résultats.

La démarche d'analyse du fonctionnement global de l'exploitation a servi de base pour construire le guide d'entretien, en détaillant davantage l'atelier canne à sucre et les pratiques de fertilisation et en intégrant des questions permettant de prendre en compte la localisation des exploitations dans un milieu, un réseau d'approvisionnement et un réseau social (voir 3.2.5).

Enfin, la confrontation d'une typologie de pratiques de fertilisation et de culture de la canne à sucre (voir 4.1.3) à une typologie de caractéristiques fonctionnelles de l'exploitation (voir 4.2.2) permet de dégager les déterminants fonctionnels de ces pratiques (voir 4.3). La construction des types a été réalisée avec une logique de pôles et non pas de classes, comme le suggèrent Perrot et Girard pour apporter plus de nuances. A la différence que les pôles ne sont pas proposés par des experts, mais issus d'une analyse factorielle et d'une classification automatique.

## **3.2 Enquêtes**

On cherche à caractériser les exploitations cannières dans leur diversité de pratiques et de fonctionnement et à valoriser des enquêtes récentes déjà réalisées sur la zone.

### **3.2.1 Connaissances de base sur la population étudiée**

La population qu'on cherche à étudier a été décrite par des enquêtes considérées comme exhaustives : RGA 2000, déclarations DAAF 2009, BOS 2010. Ces données sont très générales et ne fournissent aucune information sur la fertilisation des parcelles ou sur les raisonnements des agriculteurs.<sup>7</sup> Elles offrent en revanche une base de connaissances de la population totale présentée en Annexe 2 .

### **3.2.2 Les enquêtes déjà réalisées**

Il existe un grand nombre d'enquêtes récentes effectuées sur les exploitations agricoles du TCO par le CIRAD, la Chambre d'agriculture ou encore le Syndicat du Sucre. Plusieurs de ces enquêtes abordent le thème de la fertilisation, pour répondre à des questions d'ordre environnemental essentiellement. Parmi les six bases de données accessibles datées d'après 2008 présentées dans le

<sup>7</sup> RGA2000 : nombre d'exploitations, surface, âge des exploitants, orientation technico-économique en fonction répartition de la marge brute standard et cheptel. Synthèse par communes.

DAAF: échantillon des exploitations qui ont déclaré des surfaces agricoles pour percevoir des aides européennes : détails sur l'irrigation, les surfaces d'îlots, la mécanisation et les références des exploitations.

BOS : occupation réelle des parcelles, rattachée ou non à un numéro d'exploitation

Tableau 1, seules trois sources permettaient d'obtenir à la fois des données sur les caractéristiques des exploitations et sur leurs pratiques. Ces trois sources ont été sélectionnées pour constituer un échantillon de base à cette étude.

*Tableau 1: Enquêtes réalisées sur des exploitations agricoles du TCO de 2008 à 2010. Les enquêtes retenues sont les enquêtes de Maël Herrou, de Céline Laborde et d'Héloïse Vessières. Ces trois enquêtes ont été construites sur des échantillonnages aléatoires, avec une prise de contact aidée par la chambre d'agriculture.*

Auteur	Organisme	Date	Nombre d'enquêtes	Echantillon	Objectif
V. Van de Kerchove	Chambre d'agriculture de la Réunion	2008	4	Réseau de fermes cannières suivies par la Chambre d'Agriculture	Suivi des pratiques de fertilisation
A. Bury	Syndicat du Sucre	2008	246	Canniers de l'Ouest suivis par le syndicat du sucre (enquête téléphonique)	Enquête sur les produits utilisés pour la fertilisation et sur les difficultés d'approvisionnement
H.Vessières	CIRAD	Août 2009	48 (une partie hors zone)	Exploratoire. Maraichers et Canniers	Valorisation de la matière organique dans l'Ouest
S. Roguet	CIRAD	Septembre 2009	27	Canniers des hauts	Evaluation des variétés sélectionnées pour les hauts
C.Laborde	CIRAD	Mai à Août 2010	23	Exploratoire. Producteurs et utilisateurs de fientes de volaille	Analyse coût/bénéfice de l'échange d'effluents d'élevage de volaille
M. Herrou	CIRAD	Juillet 2010	40 (une partie hors zone)	Exploratoire, ciblé sur les cultures à fort impact environnemental (maraichage)	Appropriation des dispositifs agro-environnementaux dans deux BAC de la réunion

### 3.2.3 Un déficit de connaissance sur les exploitations en canne-exclusive

Seules les enquêtes concernant des exploitations ayant des surfaces en canne à sucre ont été conservées. Sur les 42 enquêtes ainsi sélectionnées (dont certaines ont été faites chez les mêmes exploitants), 31 concernent des canniers-maraichers. Les données de recensement 2009 de la DAAF permettent d'évaluer qu'avec ces enquêtes, 50% des exploitations déclarées en canne-maraichage de la zone sont connues. A l'inverse, seules 5 enquêtes ont déjà été réalisées dans des exploitations déclarée en canne exclusive ce qui représente moins d'1% des exploitations déclarées en canne exclusive du TCO (Voir détails en Annexe 2 ).

Ce grand déséquilibre est lié à la fois à la considération répandue chez les experts que les exploitations en canne exclusive sont homogènes (De Laburthe2011, Kerchove 2011) et aux objectifs et méthodes des stagiaires qui ont réalisé ces enquêtes, axées sur l'exploration de la diversité et en rapport avec des questionnements environnementaux, qui les ont fait cibler leurs enquêtes sur les exploitations maraîchères et les élevages. De plus, la grande majorité des enquêtes réalisées est concentrée dans la commune de Saint Paul, alors que les exploitations agricoles sont presque aussi nombreuses dans la commune de Saint Leu. Afin d'être

représentatif des combinaisons de productions dans la zone, il a été nécessaire de réaliser un complément d'enquêtes, axé sur les exploitations déclarées en canne exclusive dans les trois bassins de livraison de la canne.

Deux lots d'enquêtes seront considérés par la suite : **le lot 1** étant le lot d'enquêtes complémentaires réalisées dans le cadre de cette étude et le **lot 2** représentant la totalité des enquêtes utilisées dans l'étude. Le choix de conserver cette structure en deux lots est lié à la volonté de ne pas perdre de l'information disponible dans le lot 1 lors de sa fusion avec le lot 2.

### 3.2.4 Un échantillonnage stratifié et répondant à des quotas

Afin de pouvoir vérifier les hypothèses proposées, l'échantillonnage a été stratifié sur la base de trois critères :

- Combinaisons des productions
- Système d'irrigation
- Bassin de livraison de la canne

Au-delà de cette stratification, on cherche à obtenir un échantillonnage représentatif de la répartition des exploitations du TCO au sein des différentes modalités des critères de stratification ci-dessus. Les bases de données RGA 2000, déclarations DAAF 2009, BOS 2010 ont permis de définir des quotas à respecter (Annexe 2 ) :

- 82% de canniers exclusifs. Les quelques exploitations diversifiées ont été enquêtées dans les bassins de livraison les plus peuplés.
- 60% d'exploitations non irriguées et 40% irriguées, avec au sein des irriguées 50% de goutte à goutte et 50% d'aspersion.
- 35% dans la zone des Tamarins, 33% dans la zone de Stella et 32% d'exploitations dans la zone de Grand Pourpier.

Selon (Dagnelie 1992), cette méthode permet d'avoir des résultats plus précis qu'un échantillonnage complètement aléatoire, si on précise bien la méthode de choix des individus à enquêter au sein des catégories. Dans ce cas, les contacts ont été fournis en fonction de cette stratification et de ces quotas par M. Naranin, conseiller pôle canne, en cherchant à maximiser la diversité des performances techniques, des âges et des formations des exploitants.

Le temps imparti pour les enquêtes était d'un mois et demi au maximum ce qui permettait d'effectuer environ 30 enquêtes.

La structuration souhaitée du lot 1 est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Répartition souhaitée des enquêtes

Plate-forme	Combinaison de productions	Irrigation
Tamarins 11 enquêtes	8 en canne exclusive	4 non irrigués et 4 irrigués (2 aspersions, 2 goutte à goutte)
	1 en canne élevage	Pas d'exigences
	2 en canne maraichage	Pas d'exigences
Stella 10 enquêtes	8 en canne exclusive	dont 4 non irrigués et 4 irrigués (2 aspersions, 2 goutte à goutte)
	1 en canne élevage	Pas d'exigences
	1 en canne maraichage	Pas d'exigences
Grand Pourpier 8 enquêtes	8 en canne exclusive	dont 4 non irrigués et 4 irrigués (2 aspersions et 2 goutte à goutte)

### 3.2.5 Guide d'entretien

Les enquêtes ont été réalisées en 45 minutes à 1h30, face à face chez les agriculteurs ou à la plate-forme de livraison des Tamarins, de manière semi-directive pour laisser la place au dialogue et parvenir à bien comprendre le fonctionnement de chaque exploitation enquêtée. La grille d'entretien a été construite sur la base du guide pour l'approche globale du fonctionnement d'une exploitation (Capillon 1991). Dans le contexte particulier d'un complément d'enquêtes, les guides d'entretien des enquêtes déjà réalisées, également construits selon le guide méthodologique de l'approche globale, ont servi de base pour sélectionner les variables pertinentes à relever afin d'avoir une base de variables communes pour les analyses. Pour répondre à la problématique posée, cette première base de variables n'étant pas jugée suffisante, de nouvelles variables ont été relevées, en particulier sur le raisonnement de la fertilisation et la gestion du calendrier de travail.

Le guide d'entretien développe les thèmes suivants (Guide complet en Annexe 3 ) :

- L'exploitant et sa famille
- L'exploitation et son histoire
- Pratiques culturales sur la canne à sucre
- Pratiques de fertilisation, en allant chercher des données précises sur les produits utilisés et les doses.
- Raisonnement de la fertilisation et considération sur les produits fertilisants
- Localisation spatiale et description du milieu
- Modalité d'approvisionnement en produits fertilisants

## 3.3 Traitement des données d'enquêtes

### 3.3.1 Outils de traitement statistique

#### ***Outils de description d'un jeu de données d'enquêtes***

Avant de parler de construction de typologie, les données d'enquêtes fournissent à un premier niveau d'analyse beaucoup d'informations qui peuvent être traitées avec des outils de statistiques descriptives comme la construction de tableaux de distribution des effectifs entre les différentes modalités des variables, des histogrammes, des calculs de moyenne, de quartiles et d'écart types. Ces premières analyses permettent de voir, variable par variable, la diversité des modalités et leur représentation au sein de l'échantillon étudié. On peut ainsi dégager une première description des pratiques et des caractéristiques de fonctionnement de la population étudiée.

#### ***Analyses factorielles AFM et AFCM***

L'idée d'une typologie consiste à rassembler des objets des propriétés similaires. Ces « propriétés » sont représentées par des modalités de variables qualitatives dans notre cas. Des méthodes d'analyse factorielle multidimensionnelle permettent, à partir d'un jeu de données de type individu/facteurs comme on en obtient à l'issue d'enquêtes, d'explorer la structure de ce jeu de données.

A l'issue d'une enquête, on peut considérer que l'ensemble des variables relevées ont un même poids dans la définition d'un individu ou bien structurer ces variables en groupes de variables, chaque groupe ayant à son tour le même poids. C'est ce qui

différencie les méthodes AFCM et AFM (Escofier, et al., 2008). L'Analyse Factorielle des Composantes Multiples permet de visualiser des regroupements de modalités co-occurentes dans un jeu de données et les regroupements des individus qui se ressemblent du point de vue de ces modalités. Dans ce cas, chaque variable est affectée du même poids. L'Analyse Factorielle Multiple permet de réaliser le même type d'analyse mais en réalisant une AFCM d'AFCM. On sépare alors la base de données à analyser en groupes de variables auxquels on veut donner le même poids. Une AFCM est effectuée sur chaque groupe puis les résultats de ces analyses séparées sont à nouveau traités par une AFCM.

Dans notre cas, on souhaite réaliser une typologie de pratiques d'un côté et une typologie de caractéristiques de fonctionnement de l'autre. On réalise donc deux analyses séparées dont les résultats seront recroisés ensuite. Les variables décrivant les pratiques ne relèvent pas d'une structure en groupes de variables, une simple AFCM est utilisée alors que les caractéristiques de fonctionnement peuvent être regroupées en groupes qu'on estime devoir peser de la même façon dans l'analyse (groupe de variables liées à l'exploitant ou à la situation spatiale de l'exploitation par exemple), ce qui exige d'utiliser une AFM.

#### **Complément d'analyse par la classification automatique**

Une fois ces analyses effectuées, les individus et les modalités des variables sont représentés dans un espace à  $n$  dimensions. Il n'est pas facile manuellement de parvenir à regrouper les individus. Afin de faciliter cette étape, on peut chercher à regrouper les individus ou les modalités à partir de leurs coordonnées dans les  $n$  dimensions de projection de l'analyse factorielle. C'est là que peuvent intervenir les méthodes de classification automatique, complémentaires des analyses factorielles (Husson, et al., 2009). Pour éliminer une part de « bruit », seul un nombre restreint de composantes principales sont conservées pour la classification automatique.<sup>8</sup>

La méthode qui a été utilisée dans cette étude est une classification hiérarchique ascendante, selon la méthode de Ward, reconnue comme très bien adaptée à la classification ascendante sur résultats d'analyse factorielle (Gettler-Summa, et al.). L'utilisateur définit le nombre de groupes après l'observation du dendrogramme obtenu. On effectue ensuite une consolidation des groupes formés par la méthode des K-means, qui est une méthode généraliste pour obtenir des clusters stables. Une fois la classification effectuée, le test statistique « v-test » permet de distinguer les variables et modalités de variables qui sont sous ou sur représentées dans les différents groupes.

#### **Outils supplémentaires**

Pour réaliser des tests supplémentaires sur les liens entre des variables prises deux à deux, le test du Chi 2 de contingence a été utilisé avec  $\alpha=0,05$  (Mouchiroud, 2003). Ce test permet de détecter une distribution non aléatoire des individus entre plusieurs modalités de variables croisées.

Des ANOVA ont également été utilisées pour tester l'influence de certains facteurs sur les doses d'engrais pratiquées.

L'ensemble des analyses a été réalisé sous le logiciel gratuit R, version 2.8, avec les packages ade4, cluster, stats et FactoMineR. Les scripts utilisés sont présentés en Annexe 4 .

---

<sup>8</sup> Ce nombre est déterminé par l'observation du diagramme de décroissances des valeurs propres lors de l'AFCM ou de l'AFM.



### 3.3.2 Gestion de bases de données hétérogènes

Valoriser un ensemble de travaux hétérogènes était un des défis de cette étude. Le fait que les enquêtes aient toutes été menées dans le même cadre théorique de l'approche du fonctionnement global de l'exploitation permet d'assurer une base commune de variables renseignées dans toutes les enquêtes.

Cependant, les trois enquêtes antérieures avaient des orientations et des objectifs différents ce qui a engendré des variations de précisions sur certaines informations importantes pour répondre à la problématique présente. Il a donc fallu gérer des données manquantes<sup>9</sup>. Certaines enquêtes anciennes avaient été réalisées chez les mêmes exploitants ce qui a permis de combler certaines de ces lacunes.

Afin de conserver toutes les informations du lot 1, une première base de données issue de ce lot a été analysée seule. La base de données relative au lot 2 a été construite en renseignant les mêmes variables que celles de la base de données du lot 1, tout en laissant la possibilité d'ajouter une variable absente du lot 1 mais présente dans les autres enquêtes et pertinente pour répondre à la problématique.<sup>10</sup>. Les variables conservées pour la suite de l'analyse sont les variables comportant moins de 25% de réponses manquantes.

### 3.3.3 Travail initial de préparation des données

Les variables, à la fois quantitatives et qualitatives sont réparties en deux groupes :

- Variables destinées à l'analyse typologique (échelle exploitation).
- Variables destinées à une étude à l'échelle des produits fertilisants.

En ce qui concerne les variables analysées pour la construction des typologies, les outils d'analyse factorielle choisis étant sensibles aux modalités peu représentées (Escofier, et al., 2008), les réponses des agriculteurs ont été reformulées en un nombre restreint de modalités. Les variables quantitatives ont été converties en variables qualitatives par reclassement (les classes formées sont équidistantes et ne doivent pas engendrer de modalités « rares » tout en conservant l'information donnée par la distribution). Les variables ne fournissant pas d'information claire<sup>11</sup> ont été écartées de l'analyse, celles dont une modalité représentait plus de 95% des réponses ou possédant trop de modalités ont été étudiées comme variables illustratives, i.e. qu'elles n'interviennent pas dans la formation des axes dans les AFCM. Les variables retenues et leur statut (actif ou illustratif) pour l'analyse sont listés en Annexe 5 .

L'association des statistiques descriptives, des analyses factorielles et de la classification automatique permet d'adopter plusieurs points de vue sur deux jeux de données emboîtés, le lot 1 plus complet en termes d'information et le lot 2 permettant de tester la robustesse des résultats observés sur le lot 1 et d'améliorer la représentativité des typologies obtenues.

<sup>9</sup> Les données manquantes sont considérées comme des modalités à part entière dans les AFM et AFCM

<sup>10</sup> Une seule variable de pratiques a été ajoutée de la sorte, concernant le fractionnement des apports minéraux.

<sup>11</sup> Par exemple : la surface renouvelée chaque année en canne était une variable qui ne permettait pas de faire la distinction entre différentes logiques de renouvellement.

## 4 Résultats

Les 63 exploitations du lot 2 représentent 9% des exploitations livrant de la canne dans la zone et 580 ha soit 15% de la SAU en canne (représentation cartographique en Annexe 6 ). Les lots 1 et 2 ayant des structures similaires du point de vue des critères d'échantillonnage et les analyses sur les deux lots ayant abouti aux mêmes résultats principaux, on ne présentera ici que les résultats d'analyse du lot 2<sup>12</sup>. Les résultats d'analyse du lot 1 seront commentés s'ils fournissent des informations différentes ou supplémentaires.

On exposera tout d'abord les résultats de l'analyse des pratiques puis des caractéristiques fonctionnelles des exploitations susceptibles d'être des déterminants des pratiques et enfin les résultats du croisement des deux analyses permettant d'identifier ces déterminants.

### 4.1 Caractérisation des pratiques

#### 4.1.1 Itinéraire technique sur canne à sucre

Les principales étapes de travail sur la canne sont présentées dans la Figure 7. La coupe est manuelle pour près de 80% des exploitations enquêtées et a lieu entre Juin et Décembre. Les pailles résiduelles sont majoritairement laissées en place pour lutter contre les mauvaises herbes.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
					COUPE						
PLANTATION et FERTILISATION ORGANIQUE											
FERTILISATION MINERALE					Possibles anticipations de la fertilisation en systèmes irrigués. Attente des première pluies de décembre en non irrigué.						
HERBICIDES (3 passages recommandés)					Possibles anticipations de l'entretien pour la lutte contre les mauvaises herbes : Pailles étalées au sol et premier passage herbicide						

Figure 7 : Calendrier de travail majoritairement pratiqué. Alors que la campagne de coupe de la canne intervient à un moment bien précis de l'année et détermine souvent la réalisation des autres étapes de travail, la plantation peut être faite toute l'année selon les variétés plantées.

La plantation consiste en la destruction des anciennes souches des cannes, un labour puis un sillonnage. Les agriculteurs peuvent recevoir une aide à la plantation<sup>13</sup> à condition d'effectuer une analyse de sol et de prouver sa prise en compte par des factures. 70% des exploitants déclarent tenir compte de l'analyse pour le choix des produits et des doses appliquées.

<sup>12</sup> Deux exploitations ont été écartées des analyses factorielles car très différentes des autres : une en fertilisation 100% organique et l'autre de 120 ha, soit 15 fois la SAU moyenne.

<sup>13</sup> Aide FEADER du programme PDRR pour l'achat des boutures, d'amendement et pour le financement des travaux. (Canne Progrès)



On retrouve ces pratiques dominantes en Figure 8, près de l'origine des deux axes factoriels principaux.

Alors que les conseillers techniques préconisent d'anticiper l'entretien (désherbage, irrigation puis fertilisation) au fur et à mesure de la coupe, l'itinéraire technique dominant dans le lot 1 - seul lot où cette information a été récoltée - consiste à finir de couper toutes les parcelles avant de commencer à fertiliser.

### **4.1.2 Deux grands types de fertilisation**

Toutes les exploitations enquêtées utilisent des engrais minéraux pour fertiliser la canne, à l'exception d'une qui n'utilise que des MO et qui a été exclue de l'analyse. 60% d'entre elles pratiquent une fertilisation mixte sur une surface de 392 ha soit 68% de la SAU canne enquêtée. On entend par « mixte » l'utilisation de MO en plus de l'engrais minéral durant le cycle de vie de la canne sur une parcelle (de la plantation à la replantation).

### **4.1.3 Des pratiques de fertilisation divisées en trois pôles**

Ces deux types de fertilisation sont très différents du point de vue des caractéristiques des produits utilisés et des pratiques liées à l'utilisation de ces produits (voir Figure 8). On peut remarquer également qu'au sein des exploitants pratiquant une fertilisation mixte, on trouve une opposition entre ceux qui déclarent prendre en compte les apports de MO dans leurs apports minéraux et ceux qui disent ne pas les prendre en compte.

Ainsi, à partir d'une classification de bonne qualité<sup>14</sup>, on a pu répartir les exploitations autour de trois pôles (Voir Figure 9) dont les caractéristiques sont présentées dans les paragraphes suivants. Les modalités surreprésentées selon le v-test dans les classifications automatiques sont indiquées par un \*.

---

<sup>14</sup> Coefficient d'agrégation de 0,97

#### 4. Résultats

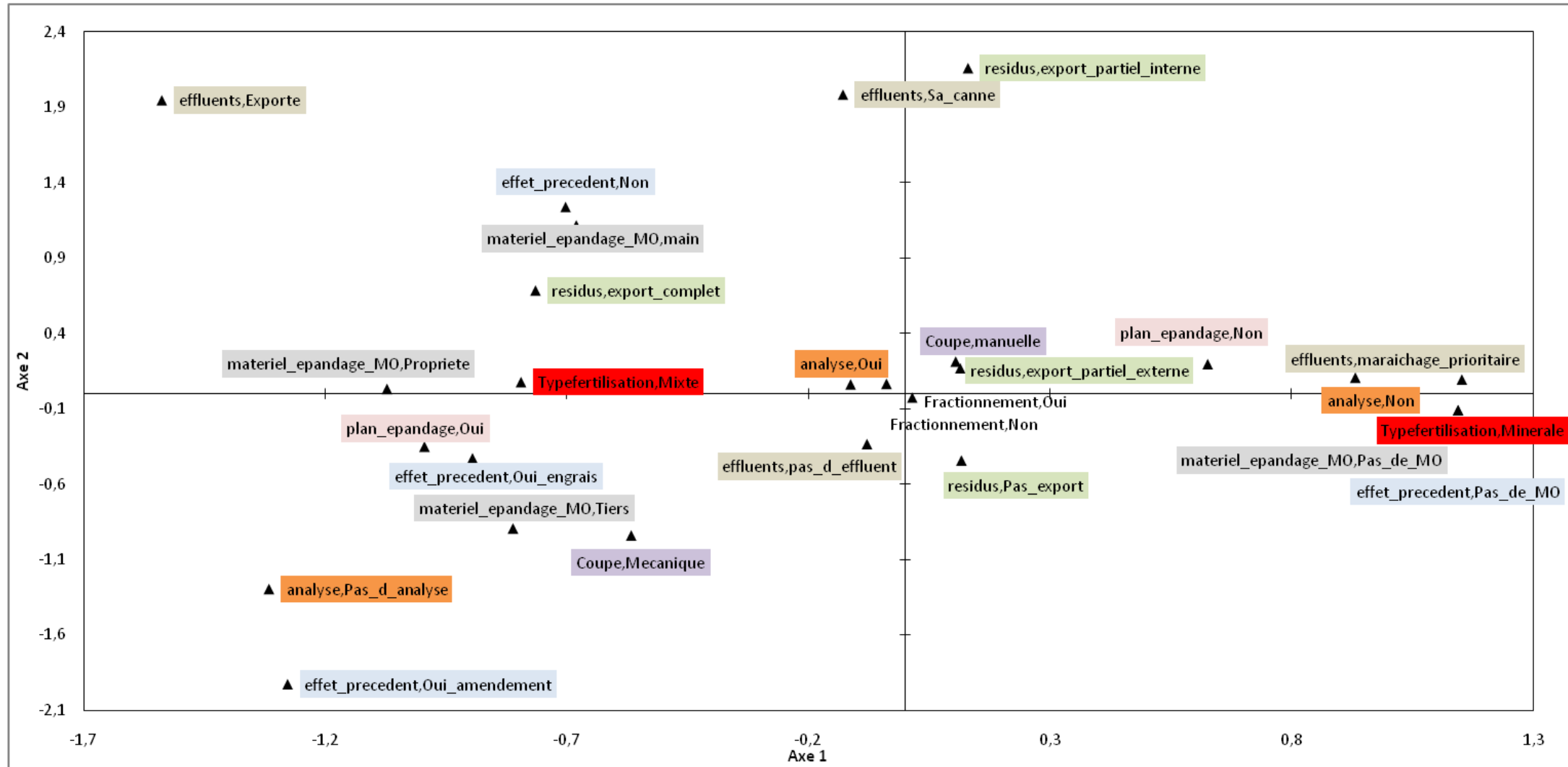


Figure 8 : Répartition des modalités des variables liées aux pratiques. L'axe 1 oppose la fertilisation minérale à la fertilisation mixte, les modalités de plan d'épandage, la coupe manuelle à la coupe mécanique. L'axe 2 oppose les modalités de prise en compte de la matière organique dans le raisonnement de la fertilisation minérale et les modalités de gestion des résidus et des effluents.

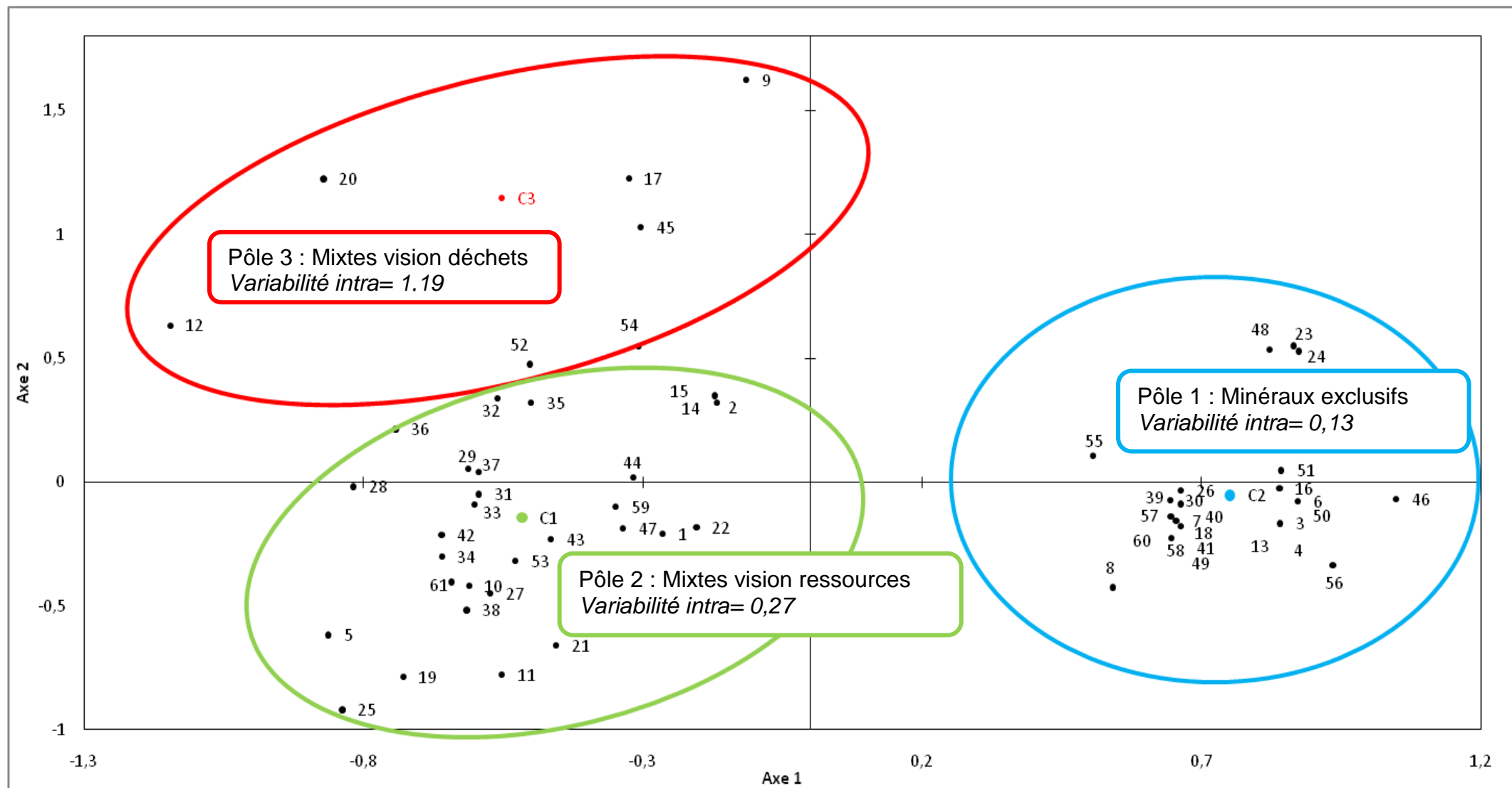


Figure 9 : Répartition des individus selon les deux premiers axes factoriels de l'ACM sur les pratiques. Les barycentres des pôles sont représentés par un point de couleur. Les ellipses englobent les individus plus ressemblants au pôle de la couleur de l'ellipse selon la méthode de Ward et des K-means.

### **Pôle 1 : Les minéraux\* exclusifs (25 exploitations)**

Ce pôle a une faible variabilité intra par rapport aux autres, il est plus homogène.

#### **Les pratiques culturales**

Les exploitations pratiquent très majoritairement une coupe manuelle de la canne et laissent les pailles en place. Les données sur la gestion des parcelles des exploitations du lot 1 montrent que les exploitants proches de ce pôle manifestent la volonté d'anticiper l'entretien des parcelles. Quelques exploitations fertilisant la canne uniquement en minéral produisent des effluents valorisés sur les parcelles maraîchères\*.

#### **Les produits**

Tous les engrais minéraux se présentent sous forme de granulés généralement en sacs de 25 kg. L'engrais le plus utilisé par les exploitants de ce pôle est le 18-7-30, adapté à la fois à l'entretien et à la plantation, quelque soit le système d'irrigation. D'autres formules ne sont utilisées qu'en entretien (Urée principalement). Il existe également des engrais utilisés spécifiquement comme engrais de fond, uniquement dans des exploitations irriguées. Ils sont riches en phosphore et compensent les carences fréquentes des sols réunionnais pour plusieurs années (9-23-30 par exemple). Enfin, des produits solubles ne sont utilisés que dans les parcelles en goutte à goutte, comme le 20-0-34.

#### **Le matériel**

Dans ce pôle, les engrais sont tous appliqués manuellement ou par ferti-irrigation.

#### **Le raisonnement de la fertilisation minérale**

La majorité des exploitants du pôle déclare tenir compte des analyses pour le choix du produit et la dose appliquée. Bien que l'analyse influence ce choix, la formule de l'engrais est choisie selon les données du lot 1 principalement en fonction de son prix et du conseil des techniciens. La dose est déterminée par conseil des techniciens. La dose de référence est de 800 kg/ha de 18-7-30 pour un rendement moyen de 80-90 t/ha. (Naranin, 2011). Les doses moyennes pratiquées pour chaque engrais sont présentées en Annexe 7 et sont relatives à la fertilisation des cannes coupées en 2011 ou à la dernière plantation effectuée.

Les dates d'apport dépendent principalement des conditions climatiques, l'efficacité de la fonte des granulés dépend en effet des conditions d'humidité et de température. Une minorité d'exploitants fractionne les apports d'engrais en entretien.

#### **Modalités d'approvisionnement**

Les engrais minéraux proviennent de trois sources : Les magasins Gamm Vert gérés par la Coopérative des Avirons, les magasins Fermes et Jardins gérés par la SICA Lait et d'Agri-Run Fertilizers. La majorité des agriculteurs enquêtés s'approvisionnent dans le magasin le plus proche de leur exploitation. La hausse des prix des engrais a récemment encouragé certains agriculteurs à se constituer en groupement d'achat pour commander de gros volumes à bas prix. Les agriculteurs sont régulièrement confrontés à des problèmes de rupture de stock en produit demandé et obligés de retarder leur fertilisation ou d'utiliser des produits de substitution, quelque soit le fournisseur. Dans ce contexte, l'anticipation des commandes d'engrais peut être un avantage pour réussir à fertiliser avec le produit souhaité et au moment adapté. Or, les exploitants du pôle 1 anticipent peu leurs commandes d'engrais et attendent en général la fin de la campagne de coupe pour contacter les fournisseurs.

### **Pôle 2 : Les mixtes\* ressources (29 exploitations)**

Ces exploitations gèrent deux types de produits, des engrais minéraux et des MO.

#### **Les pratiques culturales**

La coupe est majoritairement manuelle, cependant la majorité des exploitations en coupe mécanique sont proches de ce pôle. Les données du lot 1 montrent que les exploitants correspondant au pôle 2 n'anticipent pas particulièrement l'entretien des parcelles. La majorité des exploitations ne produit pas d'effluents\*.

#### **Les produits**

Les produits organiques utilisés sont tous des produits bruts échangés en vrac. Les matières les plus utilisées en nombre d'utilisateurs sont la litière de volaille, le lisier de porc et le mélange écume-cendre. Associés à ces matières, on retrouve les mêmes formules minérales que dans le pôle 1, avec le même type d'utilisation. La MO intervient comme un « bonus » ajouté à ces formules et les engrais minéraux sont parfois utilisés seuls lorsque certaines zones pentues interdisent le passage du matériel d'épandage de MO. Alors que le mélange écume-cendre est majoritairement utilisé à la plantation associé aux formules classiques d'engrais minéral (apportés soit dans le sillon soit après plantation), la litière de volaille et le lisier de porc sont utilisés à la fois à la plantation et en entretien combinés à du 18-7-30 ou 15-12-24 en général. On remarque que l'urée est dans ce pôle utilisé à la fois pour la plantation et l'entretien.

#### **Les modalités d'épandage : matériel et législation**

Malgré la dominance de l'épandage manuel des engrais minéraux, quelques exploitants de ce pôle utilisent un godet de tracteur pour leurs apports. Pour l'épandage des matières organiques, 60% des exploitations épandent les MO mécaniquement, la moitié avec du matériel en propriété et l'autre moitié avec du matériel loué\* ou prêté. Seules les litières de volaille et les fumiers peuvent être épandus à la main, le lisier et les écumes sont toujours épandus mécaniquement. Les principaux équipements utilisés sont des outils remorqués : tonnes à lisier ou épandeurs à fumier. Ceci implique que seules les zones accessibles aux engins peuvent recevoir des MO. Selon la FRCA, les engins classiques ne peuvent épandre en montée et en descente au delà de pentes de 10%.

Sur un plan légal, les surfaces d'épandage sont soumises à des restrictions de distances par rapport au cours d'eau et aux habitations, distances augmentées dans le cas de pentes supérieures à 7% (DAAF Réunion, 2008). Parmi les 29 utilisateurs de MO de ce pôle, 24 devraient être inclus dans un plan d'épandage<sup>15</sup>, 20 en font effectivement partie\*.

#### **Le raisonnement de la fertilisation mixte**

Le type de MO utilisé et la dose appliquée sont principalement dépendants de la disponibilité des matières au moment où l'agriculteur en a besoin (données lot 1). Les dates d'épandage sont principalement liées à la disponibilité de l'agriculteur. Les doses moyennes pratiquées pour chaque matière sont présentées en Annexe 8 et sont relatives à la fertilisation des cannes coupées en 2011 ou à la dernière plantation effectuée. Associés à ces MO, le choix des formules et des doses d'engrais minéraux répondent à des logiques différentes de celles du pôle 1.

<sup>15</sup> Selon la matière épandue, les exploitations font partie d'un plan d'épandage ou non. L'écume est épandue sans plan d'épandage. Dans le cas des effluents d'élevage, c'est l'éleveur qui est responsable jusqu'au bout des matières, il est le titulaire du plan.

Les choix de formules ont des justifications très diversifiées mais les doses sont principalement raisonnées, aux dires des agriculteurs du lot 1, selon leur « expérience ». Dans ce pôle, 70% des exploitants déclarent tenir compte des apports de MO\* pour abaisser les doses d'engrais minéral sur les parcelles concernées. La MO est donc perçue comme une ressource à valoriser même si en pratique, ce comportement ne se manifeste pas de manière significative dans les doses moyennes déclarées lors des enquêtes<sup>16</sup>. Les agriculteurs déclarent également prendre en compte les résultats des analyses de sol à la plantation pour raisonner leurs apports.

##### **Modalités d'approvisionnement**

Les engrais minéraux sont issus des mêmes circuits que ceux du pôle 1, à la différence que les exploitants de ce pôle anticipent davantage leurs commandes d'engrais. Les commandes sont réalisées en général en début de campagne de coupe. Les produits organiques ont soit une origine agricole (effluents d'élevage), soit une origine industrielle (Ecumes, cendres sorties de l'usine sucrière). Les MO utilisées sont pour plus de la moitié des utilisations produites ou distribuées à moins de 10 km des exploitations agricoles. La prise de contact entre demande et offre en MO est soit à l'initiative des planteurs, soit des éleveurs, sans dominance d'une ou l'autre des modalités. Elle se fait majoritairement via le réseau de connaissances des agriculteurs.

---

<sup>16</sup> Pas d'effet significatif détecté de Pretend\_Abaissier\_Dose avec  $\alpha=0,05$  avec une anova sur les modèles linéaires Dose~Rendement+Pretend\_Abaissier\_Dose+Irrigation+Type\_fertilisation et Dose ~ Pretend\_Abaissier\_Dose.

### **Pôle 3 : Les mixtes\* déchets (7 exploitations)**

Ce pôle se différencie du pôle 2 principalement par la perception que les agriculteurs ont des matières organiques et par le type de produits organiques utilisés.

#### **Les pratiques culturales**

La coupe est très majoritairement manuelle. Les données du lot 1 montrent que les exploitants correspondant au pôle 3 n'anticipent pas particulièrement l'entretien des parcelles. La majorité des exploitations produisent des effluents\* et ont donc un atelier d'élevage. Ces effluents sont épandus sur la canne\* de l'exploitation ou partiellement exportés\*. Les pailles sont pour la moitié des exploitations exportées des parcelles à destination de cet atelier\* et pour l'autre moitié exportées hors de l'exploitation\*.

#### **Les matières**

Les produits organiques utilisés sont tous des produits bruts échangés en vrac. Ceux principalement utilisés dans ce pôle sont les fumiers de bœuf et cabris, suivis des litières de volaille et du mélange écume-cendre. Les fumiers ne sont utilisés qu'à la plantation alors que les écumes et le lisier sont polyvalents. Un apport de MO est systématiquement accompagné la même année d'un apport minéral, soit lors de la plantation soit après. L'engrais dominant est toujours le 18-7-30. On ne trouve ici aucune formule d'engrais spécifiquement dédié à la plantation.

#### **Le matériel**

Dans ce pôle, 50% des exploitations ont recours à un épandage mécanique où toutes les machines appartiennent au planteur lui-même. L'autre moitié épand à la main. Les fumiers sont épandus manuellement ou avec un épandeur à fumier alors que les autres matières sont systématiquement épandues mécaniquement.

#### **Le raisonnement de la fertilisation mixte**

Le choix du type de MO et la dose appliquée sont raisonnés de la même manière que dans le pôle 2. Ce qui diffère, c'est la manière de raisonner la fertilisation minérale accompagnant la fertilisation organique. Les données du lot 1 montrent que les formules sont choisies en fonction du prix, les dates d'apport en fonction des conditions climatiques et la dose vient soit d'un conseil soit de l'« expérience de l'agriculteur ». Le lot 2 permet de voir que la grande majorité des exploitants de ce pôle affirme ne pas tenir compte des apports de MO\* pour choisir la dose d'engrais minéral à apporter. Ils déclarent cependant prendre en compte les analyses de sol. Ces exploitations voient les MO davantage comme un déchet dont on cherche à se débarrasser, sans le valoriser. De plus, sur 6 exploitations devant en théorie faire partie d'un plan d'épandage, seules 2 en font partie\*.

#### **Modalités d'approvisionnement**

Les effluents sont produits par un atelier d'élevage dans l'exploitation et les engrais minéraux sont fournis par les mêmes magasins que dans le pôle 1. Les membres de ce pôle anticipent très peu leurs commandes d'engrais minéraux.

**Remarque :** Un classement des produits organiques et minéraux selon leurs modalités d'utilisation est présenté en Annexe 9 et les résultats des v-test de la classification automatique sont présentés en Annexe 10 .



Des pratiques dominantes ressortent de l'analyse comme la coupe manuelle, l'utilisation d'engrais minéral et le fait de laisser les pailles sur les parcelles. Les différents types de fertilisation pratiqués sont accompagnés d'un ensemble de caractéristiques des produits utilisés, du matériel et des raisonnements de la fertilisation. On a pu mettre en évidence que la majorité des exploitations en fertilisation mixte, pôle 2 et 3 confondus effectuent leurs épandages de MO mécaniquement. On a pu voir également qu'au sein de ces exploitations, deux logiques existent. Les exploitants qui déclarent prendre en compte la MO dans le raisonnement des apports minéraux sont majoritairement des personnes qui ne produisent pas d'effluents ou qui les destinent en priorité au maraîchage. Ces exploitations sont également les seules à anticiper leurs commandes d'engrais minéral. En revanche, les exploitants du pôle 3 ne sont pas les seuls à ne pas tenir compte des apports de MO pour la gestion des doses d'engrais minéral.

## **4.2 Analyse des caractéristiques fonctionnelles**

Après avoir décrit les principales caractéristiques globales des exploitations de la zone, on s'intéressera aux regroupements de ces caractéristiques qui ont pu être faits grâce à l'AFM et à la classification hiérarchique. L'ensemble des résultats des AFCM sur chaque groupe de variable est disponible en Annexe 11 .

### **4.2.1 Les exploitations du TCO : Caractéristiques globales**

#### ***Les exploitations et leurs exploitants***

Les exploitations enquêtées sont majoritairement des exploitations individuelles installées sur une surface moyenne de 9 ha, en faire valoir direct ou en fermage. Le rendement moyen est de 78 t/ha.

La majorité des exploitants enquêtés a moins de 50 ans. La distribution des âges correspond à celles du recensement de 2000. La grande majorité des planteurs possède un diplôme agricole, cependant on retrouve encore beaucoup de personnes formés par leur familles au-delà de l'âge de 50 ans. Au-delà de ce lien entre formation des exploitants et leurs âges, on observe un lien significatif ( $\chi^2$ ,  $\alpha=0,05$ ) entre le niveau de formation et l'implication des agriculteurs dans des réseaux de professionnels. Les exploitants possédant un diplôme agricole sont davantage impliqués dans ces réseaux que ceux formés uniquement par leur famille.

#### ***Combinaison des productions***

Les exploitations en canne exclusive ne représentent que 24% du lot 2 (voir Figure 10), alors que selon les déclarations à la DAAF, 82% des exploitations cannières sont déclarées en canne exclusive. Lors de la réalisation des enquêtes du lot 1, beaucoup d'exploitations se sont révélées être diversifiées sans l'avoir déclaré. Cet écart entre les déclarations et les données d'enquêtes est davantage lié à des diversifications officieuses qu'à un déséquilibre dans les enquêtes.

Ainsi, les systèmes associant canne et maraîchage sont dominants, et non les exploitations en canne exclusive.

Il existe deux objectifs économiques différents de la diversification. Certaines exploitations recherchent un revenu stable en plus de celui de la canne. D'autres,



surtout en Canne-Maraichage (voir Figure 10) tirent une « petite monnaie » de cultures maraîchères dont les prix sont extrêmement variants d'une semaine à l'autre. Les exploitants parient en quelque sorte chaque année sur une ou plusieurs cultures pour leur apporter un revenu supplémentaire mais ne comptent pas dessus pour assurer leur revenu stable d'exploitation.

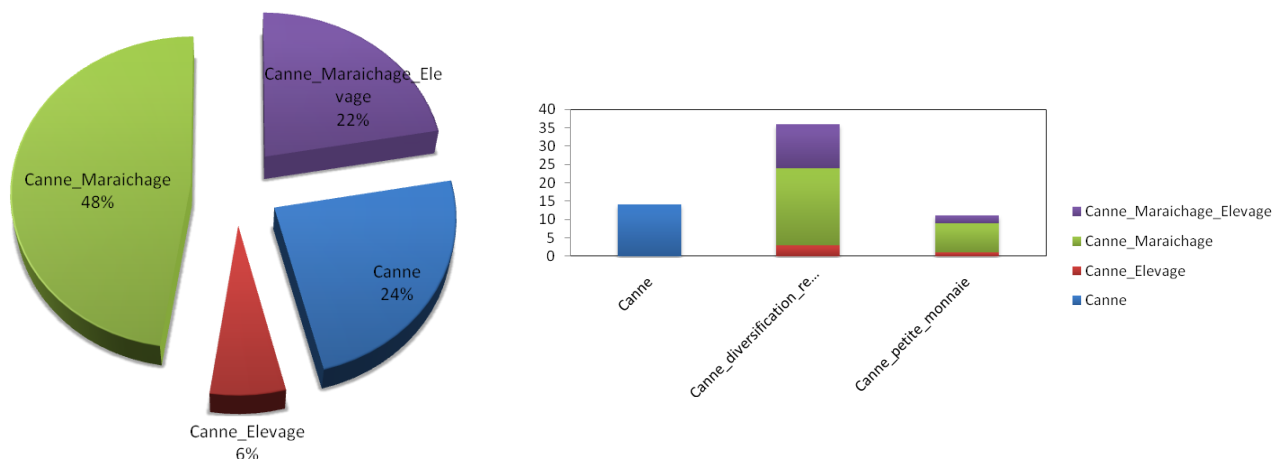


Figure 10 : A gauche : Distribution des 63 exploitations enquêtées dans les différents types de combinaisons de production. A droite : proportions des différentes combinaisons selon les objectifs de production.

#### **Irrigation**

43% des exploitations enquêtées sont non irriguées, 29% irriguent en aspersion et 25% irriguent en goutte à goutte<sup>17</sup>. Les systèmes irrigués sont légèrement surreprésentés par rapport aux données DAAF. On retrouve bien en revanche la partition 50-50 entre irrigation goutte à goutte et irrigation par aspersion.

#### **Main d'œuvre et prestation de service**

Les exploitations enquêtées reposent en grande majorité sur le même modèle pour l'emploi de la main d'œuvre avec un permanent, une main d'œuvre ponctuelle pour la coupe de la canne et les petits travaux d'entretien au long de l'année et de l'entraide entre membres d'une même famille ou entre voisins. Près de 80% des exploitations font appel à cette entraide alors que seulement 50% d'entre elles emploient des saisonniers.

Si on s'intéresse à la dépendance des exploitations à la prestation de service pour effectuer leurs travaux sur la canne. 60% des exploitations déclarent faire appel à des prestataires de services et 41% sont complètement dépendantes de ces prestataires pour le chargement, le transport et la plantation de la canne. 21% des exploitants se déclarent complètement autonomes pour la réalisation de ces travaux. Les exploitations enquêtées sont donc globalement peu mécanisées et doivent faire appel à des services d'entreprises ou d'agriculteurs extérieurs à l'exploitation pour effectuer des travaux récurrents sur la canne.

<sup>17</sup> En cas de combinaison de deux systèmes d'irrigation au sein d'une même exploitation, le système considéré est le majoritaire en termes de surface.

### **Spatialisation**

La répartition finale des enquêtes surreprésente légèrement le bassin de livraison des Tamarins, avec 46% des enquêtes, contre 29% à Grand Pourpier et 24% dans le bassin de Stella. On estime ainsi selon les chiffres de Tereos connaître 12% des exploitations cannières des Tamarins, 8% de Grand Pourpier et 7% de Stella.

Du point de vue de la répartition des exploitations dans les différents milieux pédoclimatiques ciblés par les triplets climat-sol-plante du projet GIROVAR, 48% des exploitations ont la majorité de leurs surfaces cultivées en canne sur les moyennes planèzes ondulées, 33% sur les extrémités de planèzes ondulées. Quelques exploitations sont situées à des altitudes plus élevées, sur la zone des hautes planèzes bosselées. (Voir Figure 2 et répartition des exploitations en Annexe 6 )

#### **4.2.2 Quatre pôles fonctionnels**

Les modalités surreprésentées indiquées par le v-test sont marquées d'un \*. (Détails en Annexe 12 ). Les variabilités intra-pôles sont beaucoup plus importantes que pour les pratiques. Les pôles 1 et 2 sont plus homogènes que les 3 et 4 malgré un plus grand effectif. Le coefficient d'agrégation est de 0,86, ce qui représente une bonne qualité de classification. A partir des hauteurs d'agrégation, on retient 4 pôles (voir Figure 11). Les modalités aux v-test élevés sont indiqués par \*.

**Pôle 1 : « Les irrigués des bas des Tamarins » (22 exploitations)**

Exploitants de 30 à 50 ans, diplômés, sans autre activité, impliqués dans un réseau\*. Exploitations en fermage\* depuis leur installation après 1990\* avec des rendements moyens de 80 à 100 t/ha\* sur 5 à 10 ha de canne irrigués, majoritairement en goutte à goutte\*.

Productions de type Canne-maraîchage\* avec un objectif rémunérateur de la diversification. Les exploitations dépendent des prestataires de service, de la main d'œuvre saisonnière et informelle.

Localisation principalement dans les zones EPO\*, dans les zones de basse altitude et dans le bassin des Tamarins\*.

**Pôle 2 : « Les non irrigués des hauts de Grand Pourpier » (21 exploitations)**

Exploitants diplômés de tous âges sans autre activité et peu impliqués dans des réseaux professionnels.

Exploitations récentes, installées après 2000\* en fermage. Actuellement sur de petites à moyennes surfaces de canne non irriguée\* (<10 ha) avec une grande hétérogénéité de rendements sur la canne et de productions. Dépendantes de la prestation de service mais pas de la main d'œuvre saisonnière\*. Recours à l'entraide.

Localisation principalement dans les zones MPO\* et dans le bassin Grand Pourpier\*.

**Pôle 3 : « Les propriétaires double actifs » (13 exploitations)**

Exploitants de plus de 40 ans\*, exerçant une profession en dehors de l'exploitation\*. Installés entre 1980 et 1990\* sur de petites à moyennes surfaces de canne irriguée en aspersion ou non irriguée (<10 ha) en faire valoir direct\* depuis l'installation. Rendements assez faibles <80 t/ha\*.

Production de canne avec diversification en maraîchage pour une « petite monnaie ». Dépendants de la prestation de service, emploient des saisonniers et n'ont que peu recours à l'entraide\*.

Localisation majoritairement en MPO dans les bassins des Tamarins et de Stella.

**Pôle 4 : « Les anciens de Stella » (5 exploitations)**

Exploitants de plus de 60 ans formés par leur famille\*, sans diplôme agricole, sans autre activité, vivant en couple, sans implication dans un réseau professionnel. Ce pôle regroupe toutes les exploitations installées entre 1970 et 1980\*.

Propriétaires\* de grandes surfaces\* (>10 ha) irriguées en aspersion avec de hauts rendements (>100 t/ha), ayant démarré sur des surfaces inférieures à 5 ha.

Productions diversifiées en plus de la canne en maraîchage et élevage avec un objectif rémunérateur.

Autonomes vis-à-vis de la prestation de services, mais appel à la main d'œuvre saisonnière et à l'entraide.

Localisation en EPO ou MPO, majoritairement dans le bassin de Stella\*.

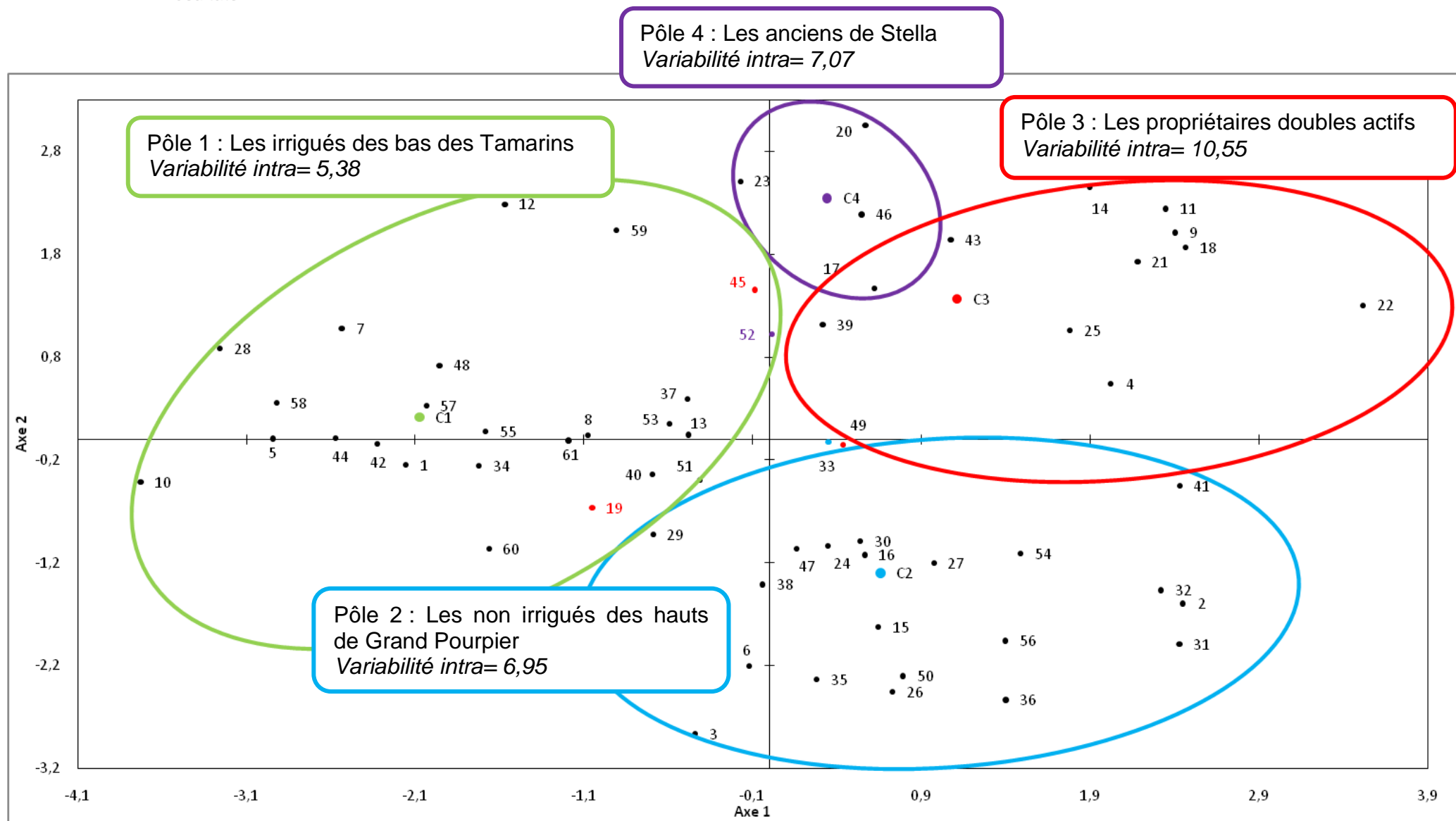


Figure 11 : Répartition des individus enquêtés selon les deux premiers axes factoriels de l'AFM sur le fonctionnement. Les ellipses englobent les individus plus ressemblants au pôle de la couleur de l'ellipse selon la méthode de Ward et des K-means.

Les exploitations enquêtées ont un grand nombre de caractéristiques fonctionnelles similaires. La majorité des exploitations font moins de 10 ha et fonctionnent sur une association canne-maraîchage avec un objectif rémunérateur. Les agriculteurs sont majoritairement formés et titulaires de diplômes agricoles et font appel à beaucoup de main d'œuvre extérieure, autant saisonnière qu'informelle avec l'entraide amicale ou familiale ou encore à des prestataires de service en raison du faible niveau d'équipement des exploitations.

Ces exploitations se différencient selon leur localisation dans les différents bassins de production :

Les exploitations du bassin des Tamarins sont impliqués dans des réseaux et ont développé l'irrigation goutte à goutte, alors que les jeunes exploitations de grand Pourpier sont majoritairement non irriguées et peu impliqués dans des réseaux. Les exploitants double actifs sont répartis sur l'ensemble du territoire mais se différencient bien des autres car ils ne cherchent pas à dégager un revenu stable de leurs diversifications et ce sont les seuls à déclarer ne pas recourir à l'entraide. Cette typologie permet également de montrer que dans le bassin de Stella, bassin cannier ancien, on trouve les plus anciennes exploitations qui ont d'importants moyens de productions avec du matériel en propriété et de grandes surfaces en faire valoir direct et parviennent à de hauts rendements.

### **4.3 Identification des déterminants des pratiques**

L'analyse des pratiques a abouti à différencier trois pôles de pratiques opposant fertilisation minérale, fertilisation mixte avec une valorisation des MO et une fertilisation mixte sans valorisation des MO (vision déchets). L'analyse des caractéristiques fonctionnelles a permis de distinguer quatre pôles d'exploitations différenciés principalement par leur localisation spatiale, leurs systèmes d'irrigation et les activités des exploitants.

Le croisement de ces deux typologies vise à identifier une structuration des pratiques par rapport aux pôles fonctionnels. Les résultats de ce croisement ne permettant pas d'interpréter en profondeur les déterminants possibles des pratiques, il a été nécessaire d'effectuer un retour à des croisements de variables et des tests statistiques sur les distributions.

### 4.3.1 Répartition des pôles de pratiques dans les différents pôles fonctionnels

Tableau 3 : Structuration des exploitations agricoles enquêtées selon leur proximité aux différents pôles de pratiques et pôles de fonctionnement.

Pôle fonctionnement	Pôle Pratiques				Total lignes
	Minéraux	Mixtes ressources	Mixtes déchets	Non classé	
Les irrigués des bas des Tamarins	10	11	1	-	22
Les non irrigués des hauts de Grand Pourpier	9	11	1	-	21
Les doubles actifs	4	7	2	-	13
Les anciens de Stella	2	-	3	-	5
Non classé	-	-	-	2	2
<b>Total colonnes</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>63</b>

On constate dans le Tableau 3 que dans les deux pôles les plus représentés de caractéristiques fonctionnelles, on retrouve aussi bien des « Mixtes ressources » que des « Minéraux ». On y retrouve très peu de « Mixtes déchets ». Les différences entre ces deux types fonctionnels sont principalement le système d'irrigation, la localisation géographique, l'implication des un réseau et l'emploi de saisonniers.

Les « doubles actifs » sont majoritairement des « Mixtes ressources » et les anciens de Stella, très peu nombreux, sont soit des « Minéraux » soit des « Mixtes déchets » c'est-à-dire des producteurs d'effluents, ce qui s'explique bien par le fait que ce groupe était caractérisé par des exploitations possédant un atelier élevage.

Il existe un lien significatif<sup>18</sup> entre le type de pratiques et le type fonctionnel, cependant ce lien est très difficile à interpréter. Pour aller plus loin dans l'interprétation, il est nécessaire d'étudier les croisements de variables, deux à deux, pour tester les hypothèses initiales.

### 4.3.2 Analyse des croisements de variables

#### *Fertilisation et combinaison des productions*

Il existe un lien significatif entre la variable combinaison des productions et la classe de pratiques. Si on observe la répartition des pôles de pratiques en fonction des combinaisons de productions en Figure 12, on voit tout d'abord qu'on retrouve les résultats de la typologie de pratiques avec les exploitants « mixtes déchets » principalement en diversification comportant un atelier d'élevage. Il est important de noter que le contraire n'est pas vrai. Tous les éleveurs ne sont pas dans le pôle 3 des pratiques et la majorité d'entre eux oriente les effluents produits dans l'exploitation prioritairement sur le maraîchage. De la même façon, on trouve des exploitants ne tenant pas compte des matières organiques dans d'autres combinaisons de production que celles impliquant un élevage.

<sup>18</sup> Chi 2 de contingence  $\alpha=0,05$ .

On observe ensuite que les canniers exclusifs sont à près de 80% des exploitants qui pratiquent une fertilisation mixte et considérant la MO comme une ressource à valoriser. 50% de ces exploitations cannières utilisant des MO sont équipées en matériel d'épandage ; 50% épandent à la main.

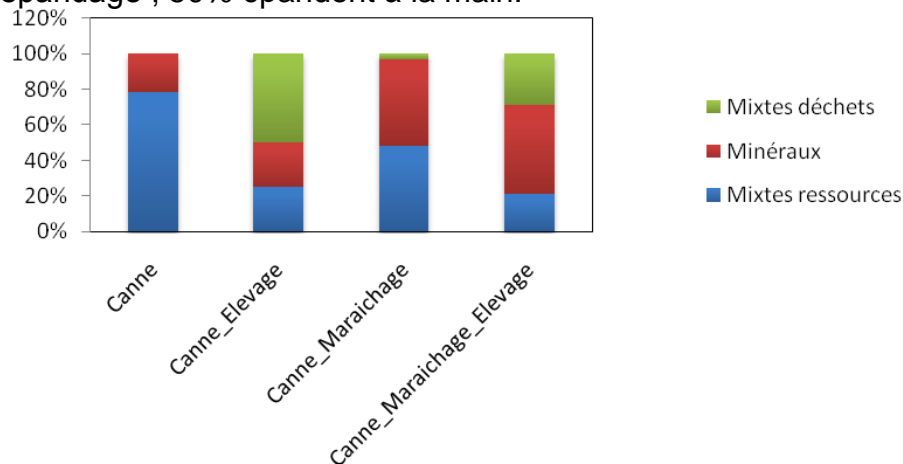


Figure 12 : Proportions d'exploitations dans les différents pôles de pratiques en fonction des combinaisons de productions. Test du Chi 2 de contingence significatif avec  $\alpha=0,05$

Les canniers maraîchers quant à eux se partagent à 50-50 entre une fertilisation mixte vision ressource et une fertilisation exclusivement minérale.

#### **Fertilisation et irrigation**

Alors que l'irrigation est un paramètre structurant de la typologie des caractéristiques de fonctionnement, elle ne paraît pas avoir d'effet sur l'appartenance à un type de pratiques. Le système d'irrigation a tout de même une influence significative sur le fractionnement des apports minéraux et sur le rendement de la canne, et donc sur les besoins de la culture. Les exploitations fractionnant leurs apports sont uniquement des exploitations irriguées, en goutte à goutte majoritairement.

#### **Fertilisation et localisation spatiale**

Bien que trois des quatre pôles issus de la typologie des caractéristiques fonctionnelles soient différenciés par leur localisation dans les différents bassins de livraison, la localisation spatiale n'a pas un effet significatif sur le type de pratiques. Du point de vue du milieu pédoclimatique, la structuration des pratiques dans l'espace ne démontre pas une utilisation plus importante des MO sur les zones d'EPO, théoriquement plus pauvres en matières organiques.

#### **Fertilisation et mécanisation**

La raison majoritaire énoncée par les agriculteurs du lot 1 les empêchant de développer l'utilisation de MO était le coût du matériel d'épandage et du transport de ces matières. Du point de vue des agriculteurs, ce paramètre est perçu comme un déterminant. Du point de vue des données recueillies, ce déterminisme est moins clair. La mécanisation était abordée sous trois aspects différents : le matériel utilisé pour les épandages, le matériel de coupe et la dépendance des exploitations à la prestation de service.

Seul le lien entre utilisation de matériel mécanique pour les épandages et fertilisation mixte est avéré. Cependant, il faut noter que les exploitations en coupe mécanique sont majoritairement des utilisateurs de MO.

Comme explicité dans la présentation de la typologie des pratiques, les MO les plus



utilisées sont presque toujours épandues mécaniquement. Le matériel utilisé dépend de la texture des matières, avec des tonnes à lisier pour les liquides et des épandeurs à fumier pour les matières solides (litières, fumiers et écumes). Seuls les fumiers de bœuf et cabris et les litières de volailles sont épandus manuellement mais ce mode d'épandage est minoritaire au regard des volumes épandus en mécanique. La grande majorité des propriétaires de matériel d'épandage sont des exploitations en canne maraîchage ou en canne maraîchage élevage avec un objectif de rémunération.

#### **Fertilisation et implication des agriculteurs dans un réseau**

L'appartenance à un réseau d'agriculteurs différencie bien les « irrigués des bas des Tamarins » des autres groupes.

L'exploration du croisement des variables montre que l'appartenance à un réseau est significativement liée à la possession d'un diplôme agricole mais pas à la localisation de l'exploitation. Ce critère s'avère également lié significativement au type de fertilisation et aux classes de pratiques. Les exploitants « mixtes ressources » sont davantage impliqués dans un réseau que ceux pratiquant une fertilisation uniquement minérale. Ce paramètre n'influence pas nettement les « mixtes déchets » (Figure 13).

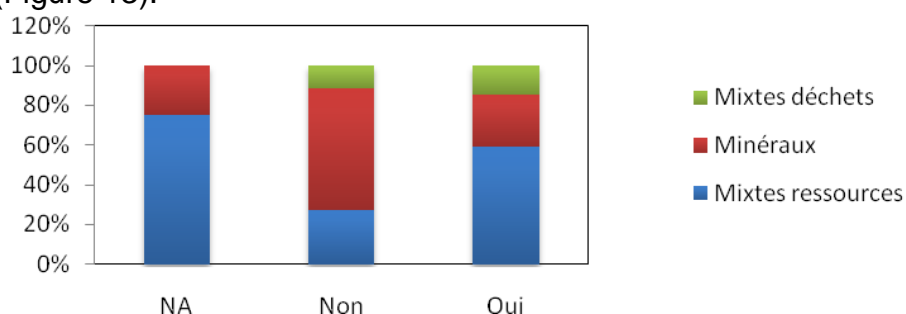


Figure 13 : Proportions d'exploitations en fonction de la modalité de réseau et de la classe de pratiques. Test du Chi 2 de contingence significatif avec  $\alpha=0,05$

#### **Synthèse des résultats par rapport aux hypothèses initiales :**

Hypothèse 1 : Les exploitations enquêtées ont pu être structurées en trois pôles de pratiques et quatre pôles de caractéristiques fonctionnelles. L'hétérogénéité au sein des pôles fonctionnels est très importante à côté de celle observée au sein des pôles de pratiques.

Hypothèse 2 La combinaison des productions a un effet sur les pratiques de fertilisation. Les canniens exclusifs pratiquent majoritairement la fertilisation mixte avec une vision ressource et les membres du pôle « mixte déchets » sont majoritairement des éleveurs.

Hypothèse 3 : L'irrigation n'a pas d'effet direct mais influence le fait de pouvoir fractionner les apports minéraux.

Hypothèse 4 : L'appartenance à un réseau d'agriculteur semble favoriser des pratiques de fertilisation « mixte ressource ».

Hypothèse 5 : Aucun effet de l'appartenance à un bassin de livraison ou à un milieu pédoclimatique sur les pratiques n'a été constaté.

Enfin, un déterminant absent des hypothèses initiales a été identifié. L'utilisation des principales MO utilisées dans la zone semble exiger une mécanisation des épandages.



## 5 Discussion

### 5.1 Qualité des données et pertinence de la méthode

#### 5.1.1 L'échantillonnage

L'enquête a été construite avec un objectif de représentativité de la population des canniers du TCO. La représentativité d'une enquête est dépendante de l'hétérogénéité initiale de la population et de la taille de l'échantillon. (Dagnelie, 1992)

La caractérisation de cette hétérogénéité a présenté plusieurs difficultés :

- L'hétérogénéité de la population globale a été évaluée à partir de documents issus de recensement et de documents liés à des déclarations pour l'obtention d'aides. Ces recensements sont eux-mêmes des échantillonnages de la population réelle d'individus possédant des parcelles agricoles et représentent uniquement les exploitations de plus d'un hectare dans le cas du RGA et les exploitations pouvant recevoir des aides, donc inscrites à l'AMEXA dans le cas des données DAAF. Le BOS 2010 permet d'évaluer que seuls 8% des surfaces n'ont pu être reliées à une exploitation agricole et n'ont donc pas pu être prises en compte dans le calcul des proportions des différentes combinaisons de productions des exploitations de la zone, il ne manque donc pas beaucoup d'information.
- La connaissance des combinaisons de productions réellement pratiquées au sein des exploitations est très difficile à obtenir. L'échantillonnage des 27 enquêtes du lot 1 devait respecter les 82% d'exploitations en canne exclusive estimées par les recensements, or une grande part d'exploitations déclarée en canne exclusive était en réalité diversifiée. Avec le soutien des acteurs de terrain, il est pertinent de considérer que cet écart est lié non pas à un biais d'échantillonnage mais à une diversification non déclarée.

La taille de l'échantillon relève essentiellement du nombre d'enquêtes datant de moins de trois ans et compatibles avec le sujet d'études qui ont pu être rassemblées, ainsi que du temps disponible pour effectuer le complément d'enquêtes sur les canniers supposés exclusifs.

La diversité des sources de contacts pour les enquêtes permet de limiter quelques biais liés à la sélection des exploitations « pouvant être vues » selon les acteurs qui les accompagnent. Il reste tout de même un biais impondérable de ce type d'approche qui consiste à ne connaître que les personnes qui ont accepté d'être connues.

Le fait que les analyses menées sur le lot global d'enquêtes reflètent une structuration des pratiques et du fonctionnement des exploitations similaire à celle constatée lors des analyses du lot restreint 1 permet de penser que les résultats des analyses séparées résistent à un agrandissement de l'échantillon d'étude et soutient l'hypothèse de représentativité de la population des canniers du TCO. Cependant, le croisement des deux typologies du lot 1 indiquait des tendances qu'on ne retrouve pas dans le croisement sur le lot 2. Les exploitations en fertilisation mixte, ressources ou déchets, avaient tendance à être davantage dans les zones des basses pentes

en goutte à goutte alors que les minéraux étaient plutôt concentrés dans la zone de Grand Pourpier. On ne peut accorder de valeur à ces tendances en raison des trop faibles effectifs du lot 1.

### 5.1.2 Limites de l'analyse factorielle

La construction des enquêtes a conduit à détailler davantage les pratiques de fertilisation liées à l'utilisation de MO qu'à celles liées aux engrais minéraux. Ainsi, les modalités des variables de fertilisation opposent souvent la modalité « pas de MO » aux autres modalités précisant l'utilisation de la MO. Cette structuration de données engendre une grande homogénéité du groupe d'exploitations pratiquant une fertilisation minérale, opposé fortement aux deux groupes d'utilisateurs de MO pour lesquels on a plus de détails permettant de distinguer deux comportements.

On a vu également que les analyses typologiques basées sur l'analyse factorielle et la classification ne sont que des outils d'exploration des données, un retour au détail des variables a été obligatoire pour vérifier certaines hypothèses et comprendre les résultats des typologies de façon fine et pour éviter les conclusions hâtives.

### 5.1.3 Des typologies « situées »

Duru et Girard (Duru 2002) insistent sur l'importance de considérer l'approche typologique dans le cadre d'une étude localisée pour répondre à un enjeu de développement particulier. Le résultat des typologies élaborées dans cette étude ne peut être transposé à une autre zone que le TCO mais la méthodologie peut l'être.

Les résultats représentent bien la diversité des pratiques et des caractéristiques fonctionnelles des exploitations cannières du TCO. On peut donc se permettre de les extrapoler aux 702 exploitations livrant de la canne dans la zone.

La structure des variables liées à la fertilisation organique a pu conduire à sous-estimer l'hétérogénéité des pratiques de fertilisation chez les exploitations pratiquant une fertilisation 100% minérale.

## 5.2 Une hétérogénéité des pratiques avérée

La typologie effectuée sur les pratiques démontre une relative homogénéité des pratiques sur la canne avec une utilisation généralisée des engrais minéraux, apportés à la main, un calendrier de travail globalement centré sur la canne et repoussant les travaux d'entretien des parcelles après la campagne de coupe. Les calculs de dose basés sur un raisonnement agronomique sur les rendements et les reliquats de la part des exploitants sont très rares.

Les agriculteurs épandant à la main dans les parcelles, ils peuvent adapter la quantité d'engrais apporté à l'état de la canne, presque pied par pied, et bénéficient souvent d'une expérience familiale de la culture de la canne qui leur permet globalement d'obtenir de bons résultats techniques.

Au-delà de ces tendances communes, les enquêtes menées ont permis de mettre en évidence une hétérogénéité de pratiques de fertilisation et de caractéristiques fonctionnelles chez les exploitants cultivant de la canne.

### **5.2.1 Des canniers exclusifs pas si homogènes...**

La méconnaissance initiale des canniers exclusifs de la zone liée à la supposition que ce type d'exploitation était très homogène du point de vue de ses caractéristiques fonctionnelles et de ses pratiques a été améliorée par cette étude. Il a été montré tout d'abord que la taille de cette population est surestimée par les données du recensement. On a pu voir également que ces exploitations pratiquent majoritairement une fertilisation mixte avec une « vision ressources », mais que la part de canniers en fertilisation minérale n'est pas négligeable. Ces exploitations ne sont en revanche pas du tout homogènes du point de vue des caractéristiques fonctionnelles.

### **5.2.2 L'anticipation : un déterminant flou**

La capacité de l'agriculteur à anticiper son approvisionnement et le début de l'entretien des parcelles après la coupe divise les exploitations. Dans la typologie de pratiques, on a pu constater que les « minéraux » essayaient d'anticiper l'entretien des parcelles alors que les autres exploitants ne manifestaient pas cette volonté. Parallèlement, les exploitants anticipant le plus leurs approvisionnements en engrais sont les « mixtes ressources ». Les données sur l'anticipation n'étant disponibles que dans le lot 1, le trop faible effectif ne permet pas de confirmer ces tendances par un test du Chi<sup>2</sup>. Il est cependant intéressant de voir que ceux qui cherchent à anticiper l'entretien des parcelles ne cherchent pas obligatoirement à anticiper leurs commandes d'engrais, comme on aurait pu s'y attendre.

### **5.2.3 La perception des matières organiques**

Au sein de ceux qui pratiquent une fertilisation mixte, il existe des perceptions différentes de la MO entraînant une diversité de gestion de l'association MO-engrais minéral.

Comme observé plus haut, les exploitations ne produisant que de la canne sont de manière dominante des exploitations en « mixtes ressources ». Cependant, les « mixtes ressources » sont majoritairement des exploitations ayant également un atelier maraîchage, on ne peut donc lier ce comportement de valorisation avec la réduction du nombre d'ateliers.

On retrouve très peu d'éleveurs dans le pôle « mixtes ressources ». On peut donc penser que la présence d'un atelier élevage oriente les exploitants soit vers une fertilisation minérale de la canne avec export des effluents chez d'autres agriculteurs ou une utilisation sur maraîchage soit vers une utilisation non raisonnée des effluents produits sur la canne. De quoi dépend cette orientation ? Aucun déterminant d'apparaît clairement. Un lien entre matériel d'épandage et perception des MO se dessine dans le fait que les exploitants du pôle « mixtes déchets » utilisent davantage de matières épandues à la main que les exploitants du pôle « mixtes ressources ». L'effectif du pôle « mixtes déchets » étant faible, on peut difficilement comprendre ce qui détermine l'orientation des éleveurs vers ce pôle plutôt que vers le pôle « minéraux ».

La portée de ces différences de perception doit être pondérée par le constat que dans les faits, les doses d'engrais minéral apportées ne sont pas significativement différentes entre ceux qui déclarent baisser la dose et les autres. Contrairement à ce

qui a pu être observé dans des systèmes reposant principalement sur le maraîchage en zone périurbaine à Madagascar (N'Diènor, 2006) où les cultures maraîchères n'existent pas sans présence de fumier, la fertilisation de la canne reste basée sur la fertilisation minérale, les MO restent encore un « bonus » pour la fertilisation de la canne à sucre.

Avec l'augmentation des prix des engrais minéraux, il faudrait maintenant donner les moyens aux agriculteurs de concrétiser leur volonté de substituer des MO aux engrais minéraux. Certains qui réduisent vraiment les doses le font sur la base de leurs propres expériences et observations mais peuvent difficilement prendre en compte la variabilité annuelle des quantités disponibles et de la composition des matières qu'ils utilisent.

Face à la variabilité des compositions des MO utilisées dans la zone et à la difficulté que représente l'accès à la connaissance de ces compositions, il est délicat d'élaborer un plan de fertilisation. Malgré une grande quantité d'outils de raisonnement de la fertilisation disponibles comme le logiciel Ferti-run et le guide de la fertilisation organique à la Réunion (Chabalier, et al., 2006), les agriculteurs en ayant connaissance et les utilisant sont très rares. De plus, ces outils ne résolvent pas les deux problèmes énoncés, car ils fournissent un conseil sur la base de teneurs moyennes en éléments fertilisants des différents types de matières. Il paraît important de développer soit la stabilité de composition et de propriétés des produits organiques proposés aux agriculteurs soit l'accès à la connaissance de la composition des produits épandus rapide et à bas coût. Il est également essentiel de continuer les efforts de formation des agriculteurs au raisonnement de la fertilisation, car même sur le plan des engrais minéraux, la connaissance de la composition de ces produits stables implique rarement l'adaptation des doses en cas de changement de formule d'engrais de composition différente à la formule utilisée habituellement.

Valoriser les MO sur la canne dans le TCO nécessite d'une part de faire évoluer la perception des agriculteurs sur ces matières mais également sur la fertilisation en général, d'autre part de donner les moyens à ceux qui souhaitent substituer des MO aux engrais minéraux de le faire dans de bonnes conditions. Ceci peut passer par la poursuite des efforts de formation des agriculteurs, par la transformation des matières organiques brutes et variables en produits normalisés stables et de composition connue ou encore par des outils de suivi des compositions des matières.

### **5.3 Déterminants fonctionnels des pratiques de fertilisation**

#### **5.3.1 Mécanisation des épandages**

La tendance observée selon laquelle la mécanisation des épandages serait liée à des pratiques de fertilisation mixte amènerait à penser que favoriser l'accès des agriculteurs à du matériel d'épandage permettrait d'augmenter les quantités de matière organique utilisées dans le TCO. Avant de se lancer dans de telles conclusions, il est nécessaire de parvenir à estimer les surfaces potentiellement épandables à ce jour avec le matériel d'épandage et de traction qui existe dans les

exploitations du TCO et avec les contraintes légales. De nombreux acteurs de terrain tentent depuis plusieurs années de parvenir à estimer de manière fiable ces surfaces mais de nombreuses polémiques existent sur les méthodes d'estimation. Une réflexion pourrait être menée dans le cadre de GIROVAR pour parvenir à une harmonisation de ces méthodes et pour bénéficier de la mise en commun des données disponibles chez l'ensemble des partenaires. Il est également important de connaître les surfaces qui reçoivent actuellement des MO. L'extrapolation de mes résultats, en estimant que les quantités de MO disponibles ne sont pas limitantes, montre qu'en 2011, on aurait environ 420 exploitations cannières pratiquant une fertilisation mixte sur une surface maximale d'environ 68% de la SAU canne du TCO soit 2580 ha. Si on tient compte du fait que les MO sont parfois épandues uniquement à la plantation, la SAU en canne recevant annuellement de la MO est bien inférieure à ce chiffre. Même si l'extrapolation est faite sur la part des surfaces percevant effectivement des MO sur la surface de canne des exploitations, il est difficile de prétendre qu'on peut extrapoler cette donnée sur la zone sans corriger cette surface en tenant compte des pentes et de la répartition des cours d'eau et des habitations. On aurait alors deux axes de développement à départager :

- Si la surface potentiellement épandable est supérieure à la surface recevant déjà des MO, améliorer le matériel pour qu'il s'adapte aux parcelles pentues de la Réunion permettrait d'augmenter les surfaces potentiellement épandables. On pourrait également aider les agriculteurs à investir dans du matériel ou dans l'aménagement de parcelles pour permettre aux engins existant aujourd'hui de rentrer sur les parcelles, comme ce qui existe pour aider à mécaniser la coupe de la canne.
- Face aux lourds investissements nécessaires à la première solution, les participants aux ateliers GIROVAR ont émis l'idée d'adapter la matière épandue plutôt que les surfaces ou le matériel d'épandage. C'est-à-dire, développer un produit organique conditionné sous une forme épandable à la main, comme les engrais minéraux utilisés actuellement, ce qui permettrait de fertiliser toutes les parcelles, même en forte pente, avec des risques de nuisances limitées. On doit étudier quel serait le prix pour les agriculteurs d'un tel produit et de ses coûts de transport, en comparaison avec ce que leur coûte actuellement les matières organiques brutes, leur transport et les investissements matériels nécessaires à leur épandage.

### 5.3.2 Réseau social professionnel

L'importance de l'implication dans un réseau social de professionnels pour le développement d'une fertilisation organique au sein d'une exploitation cannière a été démontrée. On n'inclut pas dans cet effet le réseau familial, même s'il est très difficile de bien différencier les deux types de réseaux, les agriculteurs rencontrés étant souvent fils de planteurs et ayant des membres de leur famille en tant que collègues. Il est important d'insister sur le fait que le réseau professionnel dont on parle est un réseau construit dans des organismes identifiés, chambre d'agriculture, syndicat etc... Associé au réseau familial des agriculteurs, ce réseau, selon les observations de (Bonnal, et al., 2003) s'exprime également par une entraide pour le maintien de l'emploi dans les zones agricoles.

Selon nos conclusions, il n'y a pas de différences notables entre les différentes zones cannières ou zones pédoclimatiques du point de vue des pratiques de

fertilisation. Il n'y a pas non plus de lien significatif entre l'implication au sein d'un réseau de professionnel et la localisation spatiale des exploitations. On en déduit que la capacité à développer un réseau social professionnel est uniforme sur la zone. La formation des agriculteurs est en revanche un paramètre déterminant pour l'implication dans un réseau. On peut supposer que les contacts avec d'autres futurs agriculteurs lors des formations posent une première base du réseau professionnel et que la connaissance des organismes professionnels offerte par la formation agricole influence l'implication future des exploitants dans ces organismes. Les jeunes agriculteurs étant contraints d'avoir un diplôme agricole pour s'installer, on peut penser que l'importance de l'implication dans des réseaux va s'améliorer avec le renouvellement des générations.

L'expression du réseau social des agriculteurs a permis jusqu'à ce jour de valoriser les effluents d'élevage produits sur la zone ainsi que les résidus d'usine de sucre. Aujourd'hui, de nouveaux acteurs et de nouvelles matières cherchent à entrer sur « le marché ». Leur valorisation nécessite donc de s'appuyer sur ces réseaux. Compter sur les réseaux individuels pour la valorisation présente un risque, celui de favoriser certaines personnes influentes ou de défavoriser les personnes isolées pour accéder à la fertilisation organique. Les éleveurs craignent notamment la pression que les communes peuvent faire peser sur les agriculteurs pour valoriser les MO de la collectivité plutôt que les effluents d'élevage. Pour palier à ce risque, les participants aux ateliers GIROVAR de juin 2011 ont proposé l'idée d'une « entité unique », qui serait chargée de mettre en contact l'offre et la demande tout en assurant l'équité entre les demandeurs et les offreurs. La nature de cette entité n'a pas été précisée lors des conclusions de l'atelier, les participants estimant que le réseau créé par le projet GIROVAR lui-même était là pour assurer cette cohérence.

L'utilisation de MO sur la canne à sucre semble être favorisée dans les exploitations mécanisées et dont les exploitants sont impliqués dans un réseau de professionnels. Un pré requis à la prise de décision sur les orientations à donner est l'estimation précise des surfaces potentiellement épandables dans la zone, en fonction des différents types de matériel d'épandage disponibles dans les exploitations. Afin de valoriser de nouvelles MO, les nouveaux fournisseurs doivent s'appuyer sur les réseaux d'agriculteurs pour espérer pouvoir généraliser l'utilisation de leurs produits, mais également parvenir à toucher les individus isolés. Pour se prémunir contre les risques de compétition et de favoritisme, l'ensemble des acteurs de la filière doit s'entendre sur une manière de coordonner équitablement la valorisation des différents produits résiduels produits sur la zone.

## CONCLUSION

Afin de valoriser les quantités croissantes de matières organiques produites sur le Territoire de la Côte Ouest de la Réunion dans le cadre d'une gestion intégrée, cette étude a été menée sur un échantillonnage représentatif des planteurs de canne de la zone dans l'objectif d'identifier dans quelle mesure ces agriculteurs sont susceptibles d'utiliser des matières organiques sur la canne. Elle représente dans le cadre du projet GIROVAR un état des lieux de la fertilisation de la canne au temps 0 du projet.

La majorité des planteurs de canne, diversifiés ou non du TCO utilisent déjà des matières organiques issues des élevages de la zone et de l'usine sucrière du Gol pour fertiliser la canne, en association systématique avec des engrais minéraux.

Ces matières organiques sont le plus souvent épandues mécaniquement. Vouloir développer l'utilisation des matières organiques sur la zone implique de prendre en considération ce besoin de mécanisation des épandages des matières organiques disponibles aujourd'hui sur la zone. Il est important préalablement à toute action de déterminer les zones épandables avec le matériel actuel, disponibles aujourd'hui et celles qui peuvent le devenir par le biais d'aménagement fonciers ou d'amélioration du matériel d'épandage. Si ces surfaces sont faibles au regard des quantités produites, une solution proposée par les partenaires de GIROVAR est le développement de produits organiques dont la forme et les propriétés seraient adaptées à un épandage manuel, ce qui permettrait de maximiser les surfaces pouvant recevoir des matières organiques.

Du point de vue du raisonnement agronomique de la fertilisation, les doses de matières organiques sont déterminées par l'offre. Deux approches différentes existent chez les exploitants pratiquant une fertilisation mixte. La plupart d'entre eux déclare prendre en compte l'effet fertilisant de la matière organique dans le dosage des engrais minéraux alors qu'une minorité d'agriculteurs ayant en commun de posséder des ateliers d'élevage déclare ne pas tenir compte de cet effet. Même si ces réductions de doses ne ressortent pas au niveau statistique à l'échelle de l'échantillon enquêté, ces deux attitudes face à la matière organique montrent une prise de conscience de certains agriculteurs de la possibilité de faire des économies d'engrais minéral. Il s'agit pour la majorité des agriculteurs qui utilisent déjà des matières organiques de « valoriser mieux ». Passer des dires aux actes en respectant les besoins des cultures n'est pas chose facile. En effet, malgré des connaissances théoriques importantes sur les produits organiques à la Réunion, il existe très peu d'outils pratiques de gestion de la fertilisation mixte à l'échelle d'une exploitation.

Les exploitants qui voient les matières organiques comme une ressource à valoriser sont majoritairement impliqués dans des réseaux de professionnels. Ces réseaux semblent donc leur permettre à la fois de trouver des offres de matière mais également d'échanger des informations et des connaissances. Le projet GIROVAR repose justement sur une sollicitation de réseaux d'acteurs pour l'élaboration de scénarii de gestion et peut s'appuyer sur eux pour la diffusion de ces scénarii.

## Table des figures

Figure 1 : Evolution du prix des engrais de 1970 à 2010. Source :(GCL développement durable 2010) .....	15
Figure 2 : Carte de la répartition des triplets climat-sol-plante.....	17
Figure 3 : Répartition des surfaces agricoles utiles du TCO dans les différents types de cultures .....	18
Figure 4 : Répartition des effectifs d'exploitations agricoles du TCO dans les différents types de cultures.....	18
Figure 5 : Répartition des effectifs des exploitations cannières dans les différents types de combinaisons de cultures liées à la canne .....	18
Figure 6 : Synthèse des différents axes méthodologiques pour la construction de typologies en agronomie.....	25
Figure 7 : Calendrier de travail majoritairement pratiqué.....	32
Figure 8 : Répartition des modalités des variables liées aux pratiques.. .....	34
Figure 9 : Répartition des individus selon les deux premiers axes factoriels de l'ACM sur les pratiques.. .....	35
Figure 10 : A gauche : Distribution des 63 exploitations enquêtées dans les différents types de combinaisons de production. A droite : proportions des différentes combinaisons selon les objectifs de production.....	41
Figure 11 : Répartition des individus enquêtés selon les deux premiers axes factoriels de l'AFM sur le fonctionnement.....	44
Figure 12 : Proportions d'exploitations dans les différents pôles de pratiques en fonction des combinaisons de productions.....	47
Figure 13 : Proportions d'exploitations en fonction de la modalité de réseau et de la classe de pratiques.....	48



## Table des Tableaux

Tableau 1: Enquêtes réalisées sur des exploitations agricoles du TCO de 2008 à 2010.....	27
Tableau 2 : Répartition souhaitée des enquêtes .....	28
Tableau 3 : Structuration des exploitations agricoles enquêtées selon leur proximité aux différents pôles de pratiques et pôles de fonctionnement. ....	46

## Bibliographie

- Akrich, Madeleine, Callon, Michel et Latour, Bruno. 2006.** *Sociologie de la traduction Textes fondateurs*. Paris : Mines Paris, Les Presses, 2006.
- APCE, Agence pour la création d'entreprises. 2009.** Etude de marché : Comment la faire? [En ligne] Septembre 2009. <http://www.apce.com/pid620/comment-faire.html>.
- Bonnal, Phillippe, et al. 2003.** *L'approche de la multifonctionnalité de l'agriculture à la Réunion*. Montpellier : CIRAD, 2003.
- Bonotto, Sandrine. 2000.** *Stratégie des exploitants agricoles planteurs de canne à sucre et compétitivité de la filière canne en Guadeloupe*. Unité Guadeloupe, CIRAD. 2000. pp. 21-24, synthèse.
- Canne Progrès.** [www.canne-progres.com](http://www.canne-progres.com). [En ligne] [Citation : 3 Août 2011.] <http://www.canne-progres.com/ravageurs/intro2.php>.
- Capillon, Alain et Manichon, Hubert. 1991.** Guide d'étude de l'exploitation agricole. [éd.] InaPG/APCA. *Relance Agronomique*. 1991, pp. 1-65.
- Capillon, Alain. 2010.** Guide pour l'approche globale d'une exploitation agricole. *Cours Supagro*. 2010.
- Capillon, Alain. 1993.** *Typologie des exploitations agricoles, contribution à l'étude régionale des problèmes techniques*. INA-PG. Paris : s.n., 1993. p. 301, Thèse de doctorat.
- Chabalier, Pierre-François., Van-de-Kerchove, Virginie et Saint-Macary, Hervé. 2006.** *Guide de la fertilisation organique à la Réunion*. s.l. : CIRAD, 2006.
- DAAF Réunion. 2008.** *Memento élevage - Réglementations à prendre en compte lors de la création ou de l'agrandissement d'un établissement d'élevage*. 2008. pp. 1-14.
- Dagnelie, Pierre. 1992.** *Statistiques Théorique et Appliquée Tome 1*. Gembloux : Les presses agronomiques de Gembloux, 1992.
- Darre, Jean-Pierre. 1996.** *L'invention des pratiques dans l'agriculture: vulgarisation et production locale de connaissance*. s.l. : KARTHALA édition, 1996.
- Deffontaines, J.P. et Osty, P.L. 1977.** Des systèmes de productions aux systèmes agraires. *L'espace géographique*. 1977, 3, pp. 195-199.
- Dijoux, Aurélie et Wassenaar, Tom. 2011.** Premier atelier de modélisation participative de GIROVAR - présentation de l'agriculture du TCO. 2011.
- Duru, Michel et Girard, Nathalie. 2002.** *Formaliser la diversité des pratiques d'alimentation et d'utilisation du territoire pour contextualiser des outils d'aide à la décision : exemple d'une typologie d'élevages bovins allaitants du Sud-Ouest de la France*. 2002. INRA DADP Développement Régional, Actes du séminaire de décembre 2002. Vol. 2, pp. 1-19.
- Escofier, Brigitte et Pagès, Jérôme. 2008.** *Analyses factorielles simples et multiples : Objectifs, méthodes et interprétation*. [éd.] Dunod. Sciences Sup. 2008. 2100519328.
- Etienne, Michel. 2010.** *La modélisation d'accompagnement - Une démarche participative en appui au développement durable*. Versailles : Edition Quae, 2010. 978-2-7592-0620-9.
- Fillols, Emilie et Chabalier, Pierre-François. 2007.** *Guide de la fertilisation de la canne à sucre à la Réunion*. Saint Clothilde, Réunion : CIRAD, 2007. 978-2-87614-

640-2.

**Fusillier, J. L., et al. 2007.** Le modèle d'exploitation agricole familiale réunionnais face à l'accroissement des contraintes foncières et économiques. *Cahiers Agricultures*. 2007, Vol. 15, pp. 542–548.

**GCL développement durable. 2010.** *Etat, perspectives et enjeux du marché des engrais*. Programme 215 action 22, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche. 2010. pp. 1-94.

**Gettler-Summa, M. et Pardoux, C.** <http://www.ceremade.dauphine.fr>. [En ligne] <http://www.ceremade.dauphine.fr/~touati/EDOGEST-seminaires/Classification.pdf>.

**Girard, Nathalie. 2006.** Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat - Une proposition méthodologique. *Cahiers Agricultures*. 2006, Vol. 15, pp. 261-272.

**Griffon, Michel. 2006.** *Nourrir la planète, pour une révolution doublement verte*. s.l. : Odile Jacob Sciences, 2006.

**Herrou, Maël. 2010.** *Appropriation des dispositifs agro- environnementaux par les agriculteurs Application sur deux BAC de l'île de la Réunion*. s.l. : CIRAD - Supagro IRC, 2010. pp. 1-74, Mémoire de fin d'études.

**Husson, François, Josse, Julie et Pagès, Jérôme. 2009.** *Analyse de données avec R - Complémentarité des méthodes d'analyse factorielle et de classification*. Rennes : Presses Universitaire de Rennes, 2009. pp. 1-6.

**IFA statistics. 2010.** *World Fertilizer N consumption*. 2010.

**INSEE. 2011.** Statistiques locales. [www.insee.fr](http://www.insee.fr). [En ligne] 30 Juin 2011. [Citation : 29 Juillet 2011.] [http://www.statistiques-locales.insee.fr/FICHES/DL/DEP/DL\\_DEP974.pdf](http://www.statistiques-locales.insee.fr/FICHES/DL/DEP/DL_DEP974.pdf).

**Joulie, Isabelle, et al. 1996.** Une typologie d'exploitations spatialisées : Outil de diagnostic régional de l'agriculture. *Economie Rurale*. 1996, 236, pp. 16-27.

**Kerchove, Virginie Van de. 2011.** *Caractéristiques des exploitations agricoles du TCO et pratiques de fertilisation*. [interv.] Noëlie Maurette. avril 2011.

**Laborde, Céline. 2010.** *Evaluation des circuits de valorisation de résidus organiques à la Réunion - Analyse Coût-Bénéfice de l'échange d'effluents d'élevage de volailles*. CIRAD - Université Paul Cézanne Aix-Marseille. 2010. pp. 1-41, Mémoire de Master 2.

**Laburthe, Bruno de. 2011.** *Caractéristiques des exploitations agricoles réunionnaises et du marché de la fertilisation*. [interv.] Noëlie Maurette. mai 2011.

**Landais, Etienne. 1996.** Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Économie Rurale*. 1996, 236(1), pp. 3-15.

**Lemarié, Marie. 2008.** *Caractérisation des pratiques culturales et identification des profils de fonctionnement des exploitations agricoles productrices de mangues*. Unité Réunion, CIRAD. Saint Pierre, Réunion : s.n., 2008. Mémoire Master I.

**Mouchiroud, D. 2003.** <http://mathsv.univ-lyon1.fr>. [En ligne] 25 Février 2003. [Citation : 9 Août 2011.] <http://mathsv.univ-lyon1.fr/cours/pdf/stat/Chapitre8.pdf>.

**N'Diènor, Moussa. 2006.** *Fertilité et gestion de la fertilisation dans les systèmes maraîchers périurbains des pays en développement : intérêts et limites de la valorisation agricole des déchets urbains dans ces systèmes, cas de l'agglomération d'Antananarivo*. INA PG. 2006. Thèse de doctorat.

**Naranin, Sully Hoarau et Jean Léonard. 2011.** *Caractéristiques des exploitations cannières du TCO*. [interv.] Noëlie Maurette. Avril 2011.

**Paillat, J.-marie, Aubry, C. et Medoc, J.-michel. 2003.** Une typologie des systèmes

de gestion des effluents d'élevage dans les exploitations de l'île de la Réunion. *Acte du séminaire, 10-20 juin 2002*. 2003, pp. 1-25.

**Pernot, Delphine. 2007.** *Les filières de matières organiques à la Réunion*. AgroParisTech - CIRAD. 2007. pp. 1-44, Stage de 2ème année.

**Perrot, Christophe et Landais, Etienne. 1993.** Comment modéliser la diversité des exploitations agricoles. *Les cahiers de la Recherche Développement - Dossier "méthodes d'études en milieu paysan"*. 1993, Vol. 33, pp. 23-40.

**Pierre François Chabaliér, Virginie Van de Kerchove, Hervé Saint Macary. 2006.** *Guide de la fertilisation organique à la Réunion*. Saint Denis : CIRAD, 2006.

**Réunion, Chambre Agriculture. 2011.** [www.reunion.chambagri.fr](http://www.reunion.chambagri.fr). [En ligne] 2011. [Citation : 4 avril 2011.] <http://www.reunion.chambagri.fr/-Chiffres-cles->

**Réunion, MSA.** Qui est agriculteur? [En ligne] [Citation : 28 Juillet 2011.] [http://www.cgssmsa974.fr/front/id/CGSS/S\\_Entreprises/S\\_Vous-vous-installez/S\\_Vous-vous-installez](http://www.cgssmsa974.fr/front/id/CGSS/S_Entreprises/S_Vous-vous-installez/S_Vous-vous-installez).

**Territoire, Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche de la Ruralité et de l'Aménagement du. 2011.** Agreste. [En ligne] 2011. [Citation : 28 Juillet 2011.] <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/recensement-agricole/>.

**Thuriès, Laurent & al. 2011.** Les sources de matières organiques. *1er atelier de modélisation participative GIROVAR*. [Power Point]. Le Port, Réunion : s.n., 15 Juin 2011.

**Tiberghien, Patrick. 2011.** *Marché des fertilisantes à la Réunion : Histoire et évolutions*. [interv.] Noëlie Maurette. avril 2011.

**Tilman, Cassman, Matson, Naylor, Polasky. 2002.** *Nature*. 2002, 418.

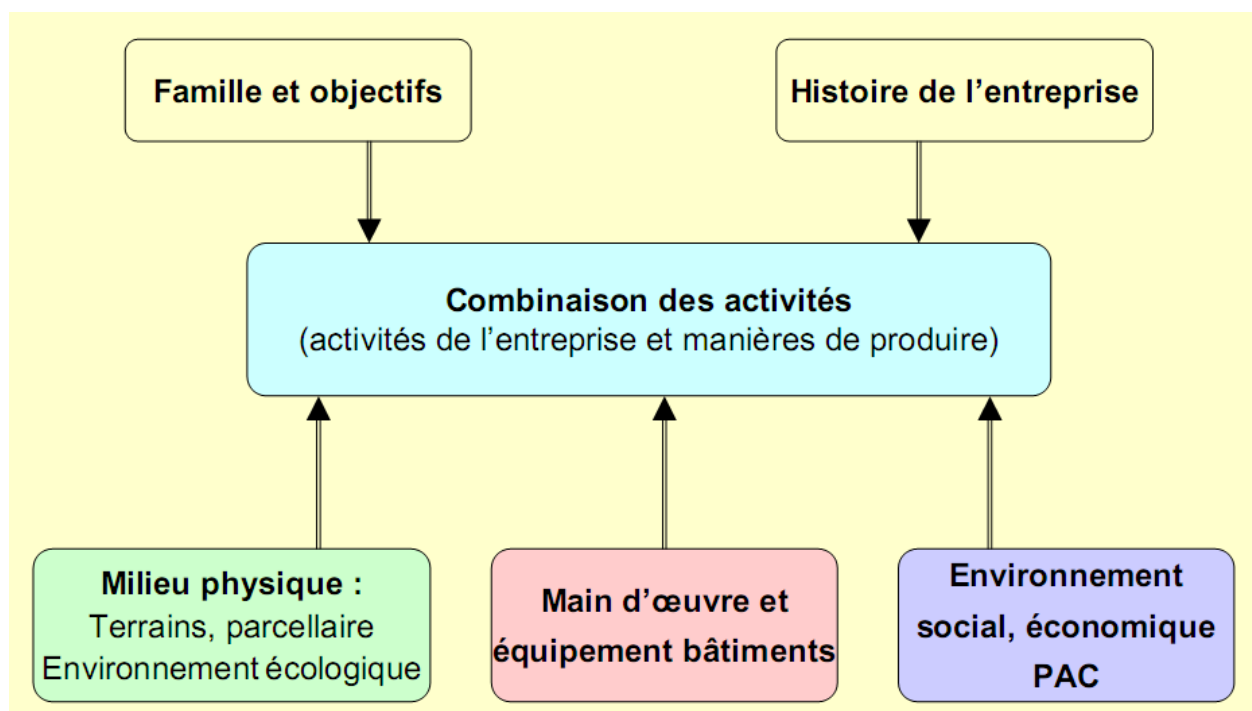
**Vessières, Héroïse. 2010.** *La valorisation de la matière organique sur l'ouest de la Réunion : caractérisation des pratiques de fertilisation et hiérarchisation des risques de lixiviation des nitrates*. CIRAD - ISTOM. 2010. pp. 1-121, Mémoire de fin d'études.

**Wassenaar, Tom. 2010.** *Appel à projets d'innovation et de partenariat 2010 Dossier finalisé n°10004*. 2010. Appel à projet CASDAR.

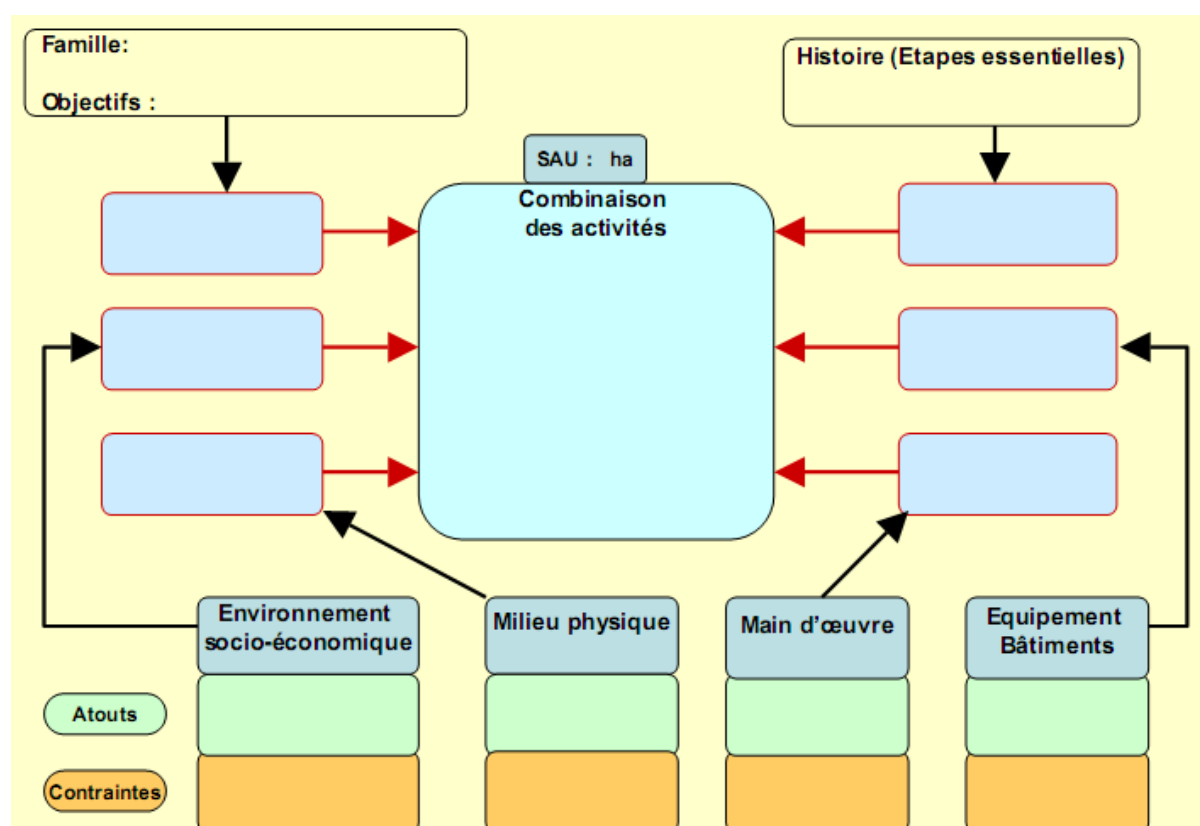
## Annexes

<b>Annexe 1</b>	Grille d'analyse du fonctionnement global de l'exploitation (Capillon, 2010) .....	62
<b>Annexe 2</b>	Données générales sur les exploitations agricoles du TCO .....	63
<b>Annexe 3</b>	Guide d'entretien .....	65
<b>Annexe 4</b>	Scripts des analyses effectuées sur R. ....	72
<b>Annexe 5</b>	Variables analysées pour les typologies .....	78
<b>Annexe 6</b>	Localisation des parcelles des exploitations enquêtées .....	79
<b>Annexe 7</b>	Données de dosage sur les engrais minéraux .....	80
<b>Annexe 8</b>	Données sur le dosage des engrais organiques .....	81
<b>Annexe 9</b>	Classement des engrais minéraux et organiques selon leurs modalités d'utilisation .....	82
<b>Annexe 10</b>	Résultats de la classification sur les pratiques - lot 2 .....	83
<b>Annexe 11</b>	Résultats de l'AFM sur les caractéristiques fonctionnelles lot 2 .....	85
<b>Annexe 12</b>	Résultats de la classification sur les caractéristiques fonctionnelles lot 2 .....	92

## Annexe 1 Grille d'analyse du fonctionnement global de l'exploitation (Capillon, 2010)



Grille d'analyse des déterminants des activités



Grille d'analyse de la combinaison des activités

## Annexe 2 Données générales sur les exploitations agricoles du TCO

Répartition des exploitations et des surfaces dans les différentes combinaisons de production déclarées à la DAAF en 2009 et recensées dans le BOS 2010.

	Effectif	Surface (m2)	Part du nombre total d'exploitations	Part des surfaces totales
<b>TOTAL</b>	786	77583424	100%	100,0%
<b>canne</b>	516	31601026	65,6%	40,7%
<b>élevage</b>	120	31596700	15,3%	40,7%
<b>canne+élevage</b>	36	5266396	4,6%	6,8%
<b>diversification</b>	17	1049755	2,2%	1,4%
<b>diversification+canne</b>	63	4777169	8,0%	6,2%
<b>diversification+élevage</b>	20	2072672	2,5%	2,7%
<b>diversification+élevage+canne</b>	14	1219706	1,8%	1,6%

Données issues du traitement de la base de données BOS 2010 et DAAF 2009. Parmi les exploitations cannières recensées en 2009 par la DAAF, en nombre d'exploitations comme en surface occupée, les exploitations en canne exclusive sont largement majoritaires dans le TCO avec 82% des exploitations cultivant de la canne.

Parmi les canniers de l'ouest	Effectif	Surface (m2)	Part du nombre total d'exploitations	Part des surfaces totales
<b>TOTAL avec canne</b>	629	42864297	100,0%	100,0%
<b>canne exclusive</b>	516	31601026	82,0%	73,7%
<b>canne+élevage</b>	36	5266396	5,7%	12,3%
<b>diversification+canne</b>	63	4777169	10,0%	11,1%
<b>diversification+élevage+canne</b>	14	1219706	2,2%	2,8%

Données issues d'un entretien avec J.L. Naranin et S. Hoarau (Naranin, 2011). Les exploitations livrant de la canne en 2011 sont réparties assez uniformément sur les zones de livraison de la canne.

Plate-forme de livraison	Nombre d'exploitations	Pourcentage
<b>Grand Pourpier</b>	227	32%
<b>Tamarins</b>	246	35%
<b>Stella</b>	229	33%
<b>TOTAL</b>	702	100%

Données issues du traitement de la base de données BOS 2010 et DAAF 2009. A pour aspersion, G pour goutte à goutte, AG pour les exploitations combinant les deux. 61 % des exploitations cannières n'ont pas d'irrigation. Parmi les exploitations irriguées, on retrouve 50% d'exploitations en aspersion et 50% des exploitations en goutte à goutte.

Parmi les canniers de l'ouest	Irrigué			Non irrigué	Inconnus	TOTAL
Type irrigation	A	AG	G			
Tous les canniers	14%	2%	14%	61%	9%	100%
Canniers exclusifs	13%	2%	13%	62%	10%	100%
Canne élevage	11%	6%	11%	72%	0%	100%
Canne maraichage	16%	3%	29%	52%	0%	100%
Canne élevage maraichage	21%	7%	14%	43%	14%	100%

Données issues du traitement de la base de données BOS 2010 et DAAF 2009. Part des exploitations enquêtées pour chaque combinaison de culture, enquêtes de Maël Herrou, Céline Laborde et Héloïse Vessière

Combinaison des productions	Nombre d'exploitations enquêtées	Nombre exploitation recensées	Part des exploitations enquêtées
canne	5	516	<b>0,97%</b>
élevage	0	120	0,00%
canne+élevage	4	36	11,11%
diversification	0	17	0,00%
canne+diversification	31	63	<b>49,21%</b>
diversification+élevage	0	20	0,00%
canne+diversification+élevage	2	14	14,29%
TOTAL	42	786	5,3%



## Annexe 3 Guide d'entretien

CARACTERISATION DE L'EXPLOITANT, DE SA FAMILLE ET DE L'EXPLOITATION				
<b>Nom de l'exploitant :</b>	<b>Date de l'entretien :</b>	<b>SAU TOTALE :</b> <b>Ha canne :</b> <b>Ha autres :</b>	<b>Combinaison productions :</b> <input type="radio"/> Canne <input type="radio"/> Canne+élevage <input type="radio"/> Canne+diversification	<b>ha propriété :</b> ha fermage: ha autre :
<b>Adresse de l'exploitation agricole :</b> Commune : Sous commune : <b>Téléphone :</b>			<b>Formation de l'agriculteur :</b> <input type="radio"/> BPA <input type="radio"/> BPREA <input type="radio"/> Bac <input type="radio"/> BTS <input type="radio"/> Ingénieur Agro <input type="radio"/> Expérience Familiale <input type="radio"/> Formation non agricole <input type="radio"/> Autre	
<b>Statut de l'exploitation :</b> <input type="radio"/> Individuelle <input type="radio"/> SCEA <input type="radio"/> SARL <input type="radio"/> EARL <input type="radio"/> GAEC	<b>Autre activité?</b> <input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	<b>Age</b>		
<b>Situation familiale :</b> <input type="radio"/> En couple <input type="radio"/> Séparé <input type="radio"/> Veuf <input type="radio"/> Célibataire			<b>Historique :</b> Date d'installation : Modalités d'installation : SAU lors de l'installation ? Principales évolutions de l'exploitation et des pratiques depuis l'installation ?	
<b>Nombre de personnes vivant du revenu de l'exploitation ?</b>				
<b>Votre conjoint a-t-il un revenu indépendant de l'exploitation ?</b>				
<b>Succession prévue ?</b> <input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non				
<b>Quels sont vos projets dans les années à venir ?</b>          <b>Quels sont vos objectifs ?</b>				

## CARACTERISATION DE L'EXPLOITATION (SUITE)

Avez-vous d'autres cultures que celles déclarées, pour l'autoconsommation ? Si oui, quelle surface ?

### Main d'œuvre : (Nombre de personnes travaillant sur l'exploitation)

*Préciser sur quelle culture ils travaillent :*

Permanents :

Saisonniers :

Aide Familiale ou entraide :

*Préciser sur quelle culture:*

Avez-vous recours à la prestation de service ?

Pour quelle tâche ?

### Calendrier de travail

Quels sont les pics de travail durant l'année ?

Durant ces pics, quelles sont les tâches/cultures prioritaires ?

### Economie de l'exploitation

Part des différentes productions dans le revenu total de l'exploitation ?

Quelles sont les principales charges d'exploitation ?

En cas de problème financier, quelles charges cherchez-vous à diminuer en priorité ?

Percevez-vous des aides ?

- ☐ PAC
- ☐ Pôle Canne
- ☐ Les deux
- ☐ Non

*Préciser sur quelle culture:*

Surfaces aidées :

PAC :

Pôle canne :

Les deux :

### LA CANNE

Rendement commercial moyen :

Surface replantée chaque année ?

**Plate forme de livraison : Où livrez vous ?**

- ☐ Stella
- ☐ Tamarins
- ☐ Grand Pourpier
- ☐ Autre

Parcelles cultivées									
Disposition des parcelles ? - Groupées - Dispersées							Quel accès à l'eau avez-vous ? <input type="radio"/> Antenne <input type="radio"/> Retenue collinaire <input type="radio"/> Eau de la ville <input type="radio"/> Pas d'accès Si antenne d'irrigation, quel numéro d'antenne ?		
Référence parcelle (Cadaastre ou ilot PAC)	Culture	Distance au siège d'exploitation	Surface (Ha)	pente	altitude	pierrosité	Type de sol (pH, carences...)	Accès (chemin, route...)	Mécanisation ?

<b>Fertilisation et irrigation</b> <i>Changer de colonne pour chaque fertilisant/amendement utilisé</i>										
Culture										
Parcelles										
Irrigation										
Nom du produit commercial										
Nom de la MO										
Autre amendement										
Composition N, P, K										
Dose										
Moment d'application										
Matériel										
Mode d'application										
Fournisseur										

Réflexion générale sur la fertilisation (canne et autres cultures)	
<p>Comment décidez-vous de la quantité/dose à apporter ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Conseil</li> <li><input type="radio"/> Calcul bilan agronomique</li> <li><input type="radio"/> Expérience personnelle</li> <li><input type="radio"/> Disponibilité de la matière</li> <li><input type="radio"/> Autre</li> </ul>	<p>Comment décidez-vous de la date d'apport ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Conditions climatiques</li> <li><input type="radio"/> Contraintes du calendrier de travail</li> <li><input type="radio"/> Disponibilité de la main d'œuvre</li> <li><input type="radio"/> Autre</li> </ul>
<p>Comment décidez-vous de la matière fertilisante à utiliser ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Conseil</li> <li><input type="radio"/> Expérience personnelle</li> <li><input type="radio"/> Prix</li> <li><input type="radio"/> Praticité</li> <li><input type="radio"/> Disponibilité de la matière</li> <li><input type="radio"/> Autre</li> </ul>	<p>Comment tenez-vous compte des analyses de sol réalisées lors de la plantation ?</p> <p>Si vous apportez de la matière organique à la plantation, comment en tenez-vous compte pour les années suivantes ?</p> <p>Que faites vous des pailles de canne ?</p>
Stockage	
<p>Où stockez-vous les matières fertilisantes ou les amendements ?</p> <p>Quelle distance maximale il-y-a-t-il entre la zone de stockage et la parcelle la plus éloignée ?</p> <p>Durant combien de temps ces matières sont elles stockées ?</p>	
Plans d'épandage	
<p>Faites-vous partie d'un plan d'épandage ?</p> <p>Modalités de ce plan d'épandage ?</p>	

Réseau d'approvisionnement et de conseil
--

Comment vous procurez vous les produits pour la fertilisation?
--

Chez qui ? (Nom de la personne ou du magasin)

Où ? (Adresse, commune, sous commune)

Distance entre le siège d'exploitation et la source ?

A quel prix ?

Quand vous approvisionnez-vous ? (dates, fréquence)

Qui charge ?

Qui transporte ?

Quel type de matériel pour le transport ? (tonnage, type de véhicule, propriétaire)

Pouvez-vous évaluer le coût engendré par le transport des matières ?

Avez-vous des difficultés pour trouver le produit fertilisant/amendant que vous souhaitez ? En quantité que vous souhaitez ?

Pour quelle raison ?

Comment êtes vous entré en contact avec cette source ?

Connaissez-vous les matières disponibles à proximité de votre exploitation ? Lesquelles ?

Êtes-vous adhérent à une association, une OP, une coopérative, CUMA... ?

Perceptions de la Matière organique
<p>Êtes-vous satisfait des matières fertilisantes que vous utilisez aujourd'hui?</p> <p> <input type="radio"/> Pas du tout satisfait  <input type="radio"/> Pas trop satisfait  <input type="radio"/> Assez satisfait  <input type="radio"/> Très satisfait </p> <p>Pourquoi ?</p> <p>Quel serait l'engrais idéal pour vous ?</p> <p>Quelles sont les caractéristiques de votre sol que vous souhaiteriez améliorer ?</p> <p>Qu'est-ce qu'évoque pour vous la matière organique ?</p> <p>À quelles conditions utiliseriez-vous plus de matière organique ?</p> <p>Les boues de station d'épuration peuvent apporter des éléments fertilisants, seriez vous prêt à en utiliser ?</p> <p>Si non pourquoi ?</p> <p>Quels conseils recevez-vous sur la fertilisation ?</p> <p>Considérez vous que le conseil en fertilisation est satisfaisant ? (Pensez vous manquer d'information pour l'utilisation des matières organiques disponibles ?)</p>
Si élevage
<p>Quels animaux</p> <p>Effectif ?</p> <p>Fréquence de curage des bâtiments ?</p> <p>Tonnage d'effluents/an ?</p> <p>Devenir des effluents ?</p>

## Annexe 4 Scripts des analyses effectuées sur R

### Analyses factorielles et classifications

```
# -----  
# Importation des données  
# -----  
>rm(list=ls(all=TRUE))  
>library(FactoMineR);library(Rcmdr);library(dynGraph)  
>setwd("C:/Users/Noëlie/Documents/AGRO/PVD/CIRAD/Travail_perso/Entretiens/Analyse_des_don  
nées/Stats")  
>base<-read.table("Final_tout_ss432.txt",header=T,sep="\t",dec=".")  
>fix(base)  
>summary(base)  
>colnames(base)  
# -----  
# AFM Fonctionnement  
# -----  
#Premier groupe : Age ;Formation ; autre_activite ; famille ; reseau_agri  
#Deuxième groupe : date_installation ; modalite_installation ;SAU_installation  
#Troisième groupe : SAU_totale ; SAU_canne ; Part_Prop ; rendement_moyen  
#Quatrième groupe : productions ; objectif_productions  
#Cinquième groupe : irrigation  
#Sixième groupe : permanents ; saisonniers ; aide  
#Septième groupe : Prestation_service  
#Huitième groupe : Milieu_physique ; plateforme_canne  
#Groupe illustratif : statut  
>baseFonct=base[,11:32]  
>colnames(baseFonct)  
# on remet les variables "en ordre" pour que celles qui sont dans les mêmes groupes se suivent dans  
#le tableau  
# Les variables illustratives doivent constituer un groupe  
>baseFonct=baseFonct[,c("Age","Formation","autre_activite","famille","reseau_agri","date_installati  
on","modalite_installation","SAU_installation","SAU_totale","SAU_canne","Part_Prop","rendement_  
moyen","productions","objectif_productions","irrigation","permanents","saisonniers","aide","Presta  
tion_service","Milieu_physique","plateforme_canne","statut")]  
>resFonct=MFA(baseFonct,group=c(5,3,4,2,1,3,1,2,1),type=c("n","n","n","n","n","n","n","n","n"),ncp  
=6,name.group=c("exploitant","histoire","exploitation","combinaison_des_productions","irrigation",  
"main_oeuvre","materiel","spatialisation","statut"), num.group.sup=9, graph=FALSE)  
# group=c(5,3,4,2...) : le premier groupe est composé des cinq premières variables, le second des 3  
#suivantes, le troisième des 4 suivantes etc...  
# exemple : c("n", "n", "s", "n") : le premier groupe est composé de variables quali, le second aussi,  
#le troisième contient une variable quanti et le quatrième une quali  
# ncp=6 : on garde un nombre restreint de composantes principales pour avoir une bonne qualité de  
#classification  
# num.group.sup=9 Le neuvième groupe est un groupe illustratif  
# sorties graphiques, elles sont peu lisibles, il vaut mieux réaliser les graphes à partir des tableaux de  
#données sous excel ou utiliser dynGraph:  
>plot.MFA(resFonct, axes=c(1, 2), choix="group", lab.grpe=TRUE)  
>plot.MFA(resFonct, axes=c(1, 2), choix="axes", habillage="group")  
>plot.MFA(resFonct,axes=c(1,2),choix="ind",lab.ind.moy=FALSE,lab.par=FALSE,lab.groupe=FALSE,ha  
billage="group")
```



```

>plot(resFonct$separate.analyses$exploitant,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$exploitation,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$histoire,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$irrigation,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$materiel,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$spatialisation,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$combinaison_des_productions,lab.var=TRUE)
>plot(resFonct$separate.analyses$main_oeuvre,lab.var=TRUE)
# sorties tableaux de données
>write.infile(resFonct$separate.analyses,file="C:/Users/.../afmFonct/afm_analyses_séparées_ss432.csv",append=FALSE)
>write.infile(resFonct$eig,file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=FALSE)
>write.infile(resFonct$group, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$inertia.ratio, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$ind, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$summary.quant, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$summary.quali, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$quant, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$quant.var, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$quant.var.sup, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$quali.var, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$quali.var.sup, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$partial.axes, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(resFonct$global.pca, file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(dimdesc(resFonct,axes=c(1,2)),file="C:/Users/.../afmFonct/afm_ss432.csv",append=TRUE)
# -----
# Classification sur les individus de l'AFM Fonctionnement
# -----
>classifAFMFonct<-agnes(resFonct$ind$coord,method="ward") # CAH
>plot(classifAFMFonct,xlab="Exploitations",main="Dendrogramme") # arbre hiérarchique
>classif2AFMFonct<-as.hclust(classifAFMFonct)
>plot(rev(classif2AFMFonct$height),type="h",ylab="hauteurs") # diagramme en bâton des hauteurs
# d'agrégation on s'intéresse aux "sauts" de hauteurs : quand il y a un grand saut : les classes sont
# bien distinctes
>classesCAHFonct<-cutree(classifAFMFonct,k=4) # k=4 classes
>base.CAHFonct<-cbind.data.frame(baseFonct,as.factor(classesCAHFonct)) # on ajoute les classes au
# jeu de données
>colnames(base.CAHFonct)[ncol(base.CAHFonct)]<-"classe"
>summary(base.CAHFonct[, "classe"]) # nombre d'individus par classe
# La CAH donne des classes assez distinctes mais pas forcément les plus homogènes, la méthode des
# K-means permet de consolider la partition obtenue en réaffectant les individus à la classe dont le
# centre de gravité est le plus proche de l'individu
# -----
# Consolidation avec initialisation des centres de classes aux centres des classes issues de la CAH
# -----
>centre.classe<-aggregate(resFonct$ind$coord,by=list(classesCAHFonct),FUN=mean,na.rm=TRUE)
>classeskmeans2<-kmeans(resFonct$ind$coord,centers=centre.classe[,-1])
>nrow(baseFonct)-sum(classesCAHFonct==classeskmeans2$cluster) # Donne le nombre d'individus
# dont la classification a été modifiée
# -----
# Résultats de la classification
# -----
>classeskmeans2$withinss/classeskmeans2$size # CMintra-classe = variance intra-classe

```

```

>mean(classeskmeans2$withinss);sd(classeskmeans2$withinss) # SCintra moyen et sd des SCintra
>base.compAFMFonct<-cbind.data.frame(baseFonct,as.factor(classeskmeans2$cluster)) # les classes
#sont ajoutées aux données
>colnames(base.compAFMFonct)[ncol(base.compAFMFonct)]<-"classe"
>summary(base.compAFMFonct[, "classe"])
>base.compAFMFonct[,c("ID", "classe")]
>base.compAFMFonct["classe"]
>write.infile(catdes(base.compAFMFonct,num.var=ncol(base.compAFMFonct)),file="C:/Users/.../af
mFonct/Classif.consolid4classes_ss432.csv") # description des classes par les variables
write.infile(resFonct$ind$coord,file=" C:/Users/.../afmFonct/Indiv_coord_ss432.csv",append=FALSE)
write.infile(centre.classe, file=" C:/Users/.../afmFonct/Indiv_coord_ss432.csv",append=TRUE)
#-----
#Analyse des pratiques par une AFCM
#-----
>basePratiques=base[,2:10]
>fix(basePratiques)
>acm=dudi.acm(df=basePratiques,scannf=T)
>summary(acm)
>acm$eig #donne les valeurs propres, on peut ensuite observer le graphe de leur décroissance pour
#choisir le nombre de composantes principales à conserver
#Toutes les sorties graphiques ont été effectuées sous excel à partir des tableaux de résultats de
#l'acm
>write.infile(acm$co, file="C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=FALSE)
>write.infile(acm$c1, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(acm$tab, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(acm$li, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(acm$l1, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(acm$cw, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(acm$lw, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
>write.infile(acm$eig, file=" C:/Users/.../acmPrat/acm_ss432.csv",append=TRUE)
#-----
#Classification des individus selon les résultats de l'AFCM des Pratiques
#-----
>classifACM<-agnes(acm$li,method="ward") # CAH sur les coordonnées des individus après l'ACM
>plot(classifACM,xlab="Exploitations",main="Dendrogramme") # arbre hierarchique
>classif2ACM<-as.hclust(classifACM)
>plot(rev(classif2ACM$height),type="h",ylab="hauteurs") # diagramme en baton des hauteurs
#d'agrégation on s'intéresse aux "sauts" de hauteurs : quand il y a un grand saut : les classes sont
#bien distinctes
>classesCAH<-cutree(classifACM,k=3) # k=3 classes
>base.CAH<-cbind.data.frame(basePratiques,as.factor(classesCAH)) # on ajoute les classes au jeu de
#données
>colnames(base.CAH)[ncol(base.CAH)]<-"classe"
>summary(base.CAH[, "classe"]) # nombre d'individus par classe
# La CAH donne des classes assez distinctes mais pas forcément les plus homogènes, la méthode des
#K-means permet de consolider la partition obtenue en réaffectant les individus à la classe dont le
#centre de gravité est le plus proche de l'individu
#-----
# Consolidation avec initialisation des centres de classes aux centres des classes issues de la CAH
#-----
>centre.classe<-aggregate(acm$li,by=list(classesCAH),FUN=mean,na.rm=TRUE)
>classeskmeans2<-kmeans(acm$li,centers=centre.classe[, -1])

```

```

>nrow(base)-sum(classesCAH==classeskmeans2$cluster) # Donne le nombre d'individus #dont la
classification a été modifiée
# -----
# Résultats de la classification
#-----
>classeskmeans2$withinss/classeskmeans2$size # CMintra-classe = variance intra-classe
>mean(classeskmeans2$withinss);sd(classeskmeans2$withinss) # SCintra moyen et sd des SCintra
>base.compACM<-cbind.data.frame(basePratiques,as.factor(classeskmeans2$cluster)) # les classes
#sont ajoutées aux données
>colnames(base.compACM)[ncol(base.compACM)]<-"classe"
>summary(base.compACM[, "classe"])
>base.compACM[,c("ID", "classe")]
>write.infile(catdes(base.compACM,num.var=ncol(base.compACM)),file="C:/Users/.../acmPrat/Class
if.consolid3classes_ss432.csv") # description des classes par les variables

```

## Test sur les distributions des individus au croisement deux à deux des variables

```
# -----  
# Chi2 de contingence sur l'ensemble des variables étudiées  
# -----  
>setwd("C:/Users/Noëlie/Documents/AGRO/PVD/CIRAD/Travail_perso/Entretiens/Analyse_des_don  
nées/Stats")  
>library(FactoMineR) ; library(ade4)  
donnees=read.table("chitest.txt",header=TRUE,sep="\t",dec=".")  
# "chitest.txt" est le tableau des données auquel on a ajouté les variables type de pratiques et type de  
# fonctionnement selon l'affectation dans les types de la typologie)  
fix(donnees)  
names(donnees)  
length(names(donnees))  
for (j in 1:length(names(donnees))) {donnees[,j]=factor(donnees[,j])}  
cor=matrix(0,36,36)#36 est le nombre de variables du tableau de données  
rownames(cor)=names(donnees)  
colnames(cor)=names(donnees)  
for (i in names(donnees)) {  
    for (j in names(donnees)) {  
        cor[i,j]=round(chisq.test(donnees[,i],donnees[,j])$p.value,3) }  
    }  
cor = cor[36:1,]
```

## #Modèles linéaires sur les doses de produits fertilisants pratiquées

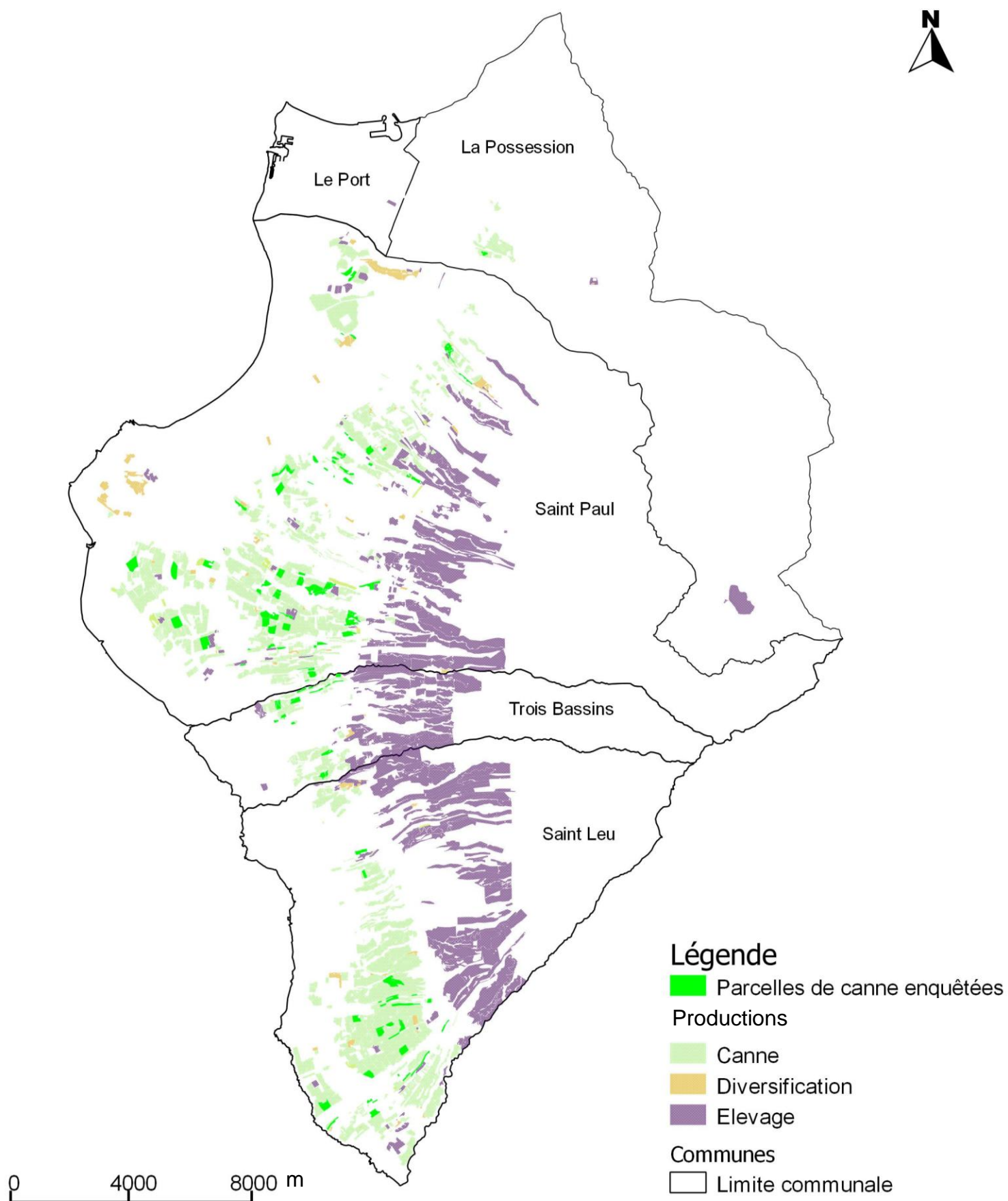
```
# -----  
#Importation des données  
# -----  
>rm(list=ls(all=TRUE))  
>setwd("C:/Users/... /Stats")  
>base<-read.table("produits_rend.csv",header=T,sep=";",dec=",")  
>fix(base)  
# -----  
#Définition des variables  
# -----  
>TypeFerti=base$Type  
>Abaisse=base$Abaisse  
>Nom=base$Nom  
>Dose=base$Dose  
>Culture=base$Culture  
>Nature=base$Nature  
>Rend=base$rendement_moyen  
>TypeFerti=as.factor(TypeFerti)  
>Nom=as.factor(Nom)  
>Dose=as.numeric(Dose)  
>Culture=as.factor(Culture)  
>Nature=as.factor(Nature)  
>Abaisse=as.factor(Abaisse)  
>Rend=as.factor(Rend)  
# -----  
#Les tests sur les modèles linéaires sont effectués uniquement sur les 4 engrais minéraux les plus  
#utilisés dans la zone  
# -----  
# -----  
#18-7-30  
# -----  
>base18=subset(base,Nom=="18-7-30")  
>boxplot(base18$Dose~base18$Abaisse, main="Dose moyenne de 18-7-30 en fonction du  
comportement déclaré", ylab="Dose en kg/ha",xlab="Prétend abaisser la dose")  
>anova18=lm(base18$Dose~base18$Type+base18$Abaisse+base18$Cultures+base18$rendement_m  
oyen)  
>anova(anova18)  
#mêmes tests pour MAP, Urée et 20-0-34
```

## Annexe 5 Variables analysées pour les typologies

Intitulé de la variable	Groupe	Lot	Sous groupe	Type (Active/illustrative/supprimée)
Objectifs des productions	Fonctionnement	1 et 2	Combinaison des productions	active
Productions	Fonctionnement	1 et 2	Combinaison des productions	active
Age et Formation	Fonctionnement	1 et 2	exploitant	active
Formation	Fonctionnement	1 et 2	exploitant	
Autre_activite	Fonctionnement	1 et 2	exploitant	active
famille	Fonctionnement	1	exploitant	active
Implication reseau	Fonctionnement	1 et 2	exploitant	active
<i>nombre_famille</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>1</i>	<i>exploitant</i>	<i>illustrative</i>
reprise	Fonctionnement	1	exploitation	active
SAU_totale	Fonctionnement	1 et 2	exploitation	active
SAU_canne	Fonctionnement	1 et 2	exploitation	active
Mode faire valoir	Fonctionnement	1 et 2	exploitation	active
Charge_principale	Fonctionnement	1	exploitation	active
Rendement	Fonctionnement	1 et 2	exploitation	active
<i>statut</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>1 et 2</i>	<i>exploitation</i>	<i>illustrative</i>
date d'installation	Fonctionnement	1 et 2	histoire	active
modalité d'installation	Fonctionnement	1 et 2	histoire	active
SAU installation	Fonctionnement	1 et 2	histoire	active
<i>Evolution SAU</i>	<i>Fonctionnement</i>	<i>1</i>	<i>histoire</i>	<i>illustrative</i>
Irrigation	Fonctionnement	1 et 2	Irrigation	active
Prestation de service	Fonctionnement	1 et 2	matériel	active
Milieu physique	Fonctionnement	1 et 2	spatialisation	active
Plate-forme	Fonctionnement	1 et 2	spatialisation	active
Permanents	Fonctionnement	1 et 2	main d'œuvre	active
Saisonniers	Fonctionnement	1 et 2	main d'œuvre	active
Aide	Fonctionnement	1 et 2	main d'œuvre	active
Anticipation_entretien	Pratiques	1	PAS DE SS GROUPE	active
Type de fertilisation	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Coupe	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Gestion des effluents	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Presence d'un plan d'épandage	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Matériel d'épandage MO	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Prise en compte de la MO	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Prise en compte des analyses de sol	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active
Anticipation_appro	Pratiques	1	PAS DE SS GROUPE	active
Amendement	Pratiques	1	PAS DE SS GROUPE	active
Residus	Pratiques	1 et 2	PAS DE SS GROUPE	active

## Annexe 6

## Localisation des parcelles des exploitations enquêtées





## Annexe 7 Données de dosage sur les engrais minéraux

Produit	Effectif utilisateurs	Surface d'application (ha)	Dose_moyenne (kg/ha)	Sd_dose	Sd/dose	Quantité moyenne (t/exploit)	Sd_qt_e	Sd/qt_e	Qté_totale (t)
18-7-30	33	184,5	675	200	30%	3	3	78%	114,0
Urée	19	120,2	230	205	89%	2	2	127%	29,5
MAP	11	167,9	212	186	88%	10	26	274%	104,5
20-0-34	11	78,7	529	259	49%	4	2	56%	40,6
15-12-24	6	41,4	658	201	31%	6	3	49%	33,5
9-23-30	6	25,9	720	335	46%	4	6	134%	25,1
16-10-26	3	29,5	650	71	11%	8	1	16%	24,5
16-7-28	3	17,2	777	137	18%	4	1	15%	12,9
13-8-24	3	17,0	833	153	18%	5	1	26%	14,3
15-7-24	3	16,5	506	350	69%	3	2	82%	8,9
17-12-28	3	11,4	750	50	7%	3	2	67%	9,0
Potasse	3	9,7	275	246	90%	0	0	105%	1,3
17-10-30	2	18,1	600	NA	NA	6	NA	NA	12,0
engrais	2	16,0	650	212	33%	5	2	43%	9,2
Phosphore	2	11,8	500	424	85%	2	0	5%	3,9
17-12-26	1	10,0	500	NA	NA	5	NA	NA	5,0
fertiactyl starter	1	10,0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
20-0-32	1	8,1	750	NA	NA	6	NA	NA	6,0
17-12-28 ou 16-10-26	1	6,7	900	NA	NA	6	NA	NA	6,0
20-0-33	1	6,3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
engrais soluble	1	5,5	400	NA	NA	NA	NA	NA	NA
20-7-29	1	4,3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
16-7-29	1	4,0	600	NA	NA	2	NA	NA	2,4
12-6-24	1	4,0	700	NA	NA	3	NA	NA	2,8
18-40-6 ou MAP	1	0,7	670	NA	NA	1	NA	NA	0,5
DAP	1	0,5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10-20-20	1	0,0	1000	NA	NA	0	NA	NA	0,0



## Annexe 8      Données sur le dosage des engrais organiques

Produit	Effectif utilisateurs	Surface d'application (ha)	Dose_moyenne (t/ha)	Sd_dose (t/ha)	Sd/dose (%)	Quantité moyenne (t/exploit)	Sd_qté (t/exploit)	Sd/qté (%)	Qté_totale (t)
Litière volaille	16	96,5	11	11	100%	49	66	135%	784
Lisier porc	12	59,7	47	34	72%	250	292	117%	3000
Ecume cendre	10	25,5	59	24	41%	133	81	61%	1330
Ecume	5	28,1	95	78	82%	323	223	69%	1613
Fumier cabris	2	3,7	36	NA	NA	60	NA	NA	121
Fumier bœuf	2	3,5	15	21	139%	8	10	125%	16
fumier bœuf et cabris	1	1,0	15	NA	NA	15	NA	NA	15
mélange fumier volaille cabris	1	0,5	20	NA	NA	10	NA	NA	10

*Sd : Ecart Type. L'absence de suivi écrit généralisé dans les exploitations ne permet pas d'obtenir des données précises de doses apportées à l'échelle des parcelles comme à l'échelle de l'exploitation. On constate une grande variabilité des doses et quantités appliquées parmi les exploitations enquêtées.*

## Annexe 9      Classement des engrais minéraux et organiques selon leurs modalités d'utilisation

Groupe	Formules	Utilisation	Epandage	Irrigation
<b>M1 : Les génériques</b>	18-7-30, Urée, MAP, 15-12-24,13-8-24,15-7-24	Plantation et entretien	Mécanique ou manuel	Tous les systèmes
<b>M2 : Les engrais de fond</b>	10-20-20,18-40-6,9-23-30	Plantation	Mécanique ou manuel	Irrigués uniquement
<b>M3 : Les engrais d'entretien hors goutte à goutte</b>	16-10-26, 16,7 28,16-7-29,20-0-33, 17,12-28,20-0-34	Entretien	Mécanique ou manuel	Tous les systèmes sauf goutte à goutte
<b>M4 : Les engrais d'entretien pour goutte à goutte</b>	17-10-30, 17-12-26, 20-0-32	Entretien	Manuel	Goutte à goutte (pas toujours en ferti-irrigation)

Groupe	Matières	Utilisation	Epandage	Irrigation
<b>O1 : Générique liquide</b>	Lisier de porc	Plantation et entretien	Mécanique ou manuel	Tous les systèmes
<b>O2 : Générique solide</b>	Litière de volaille et mélange Ecume-Cendre	Plantation et entretien	Mécanique ou manuel	Tous les systèmes
<b>O3 : Apport de fond mécanique ou manuel</b>	Ecume, Fumiers de bœuf et mélange fumier volaille et cabris	Plantation	Mécanique ou manuel	Tous les systèmes
<b>O4 : Apport de fond strictement manuel</b>	Fumier cabris et mélange cabris-bœuf	Plantation	Manuel	Tous les systèmes

## Annexe 10 Résultats de la classification sur les pratiques - lot 2

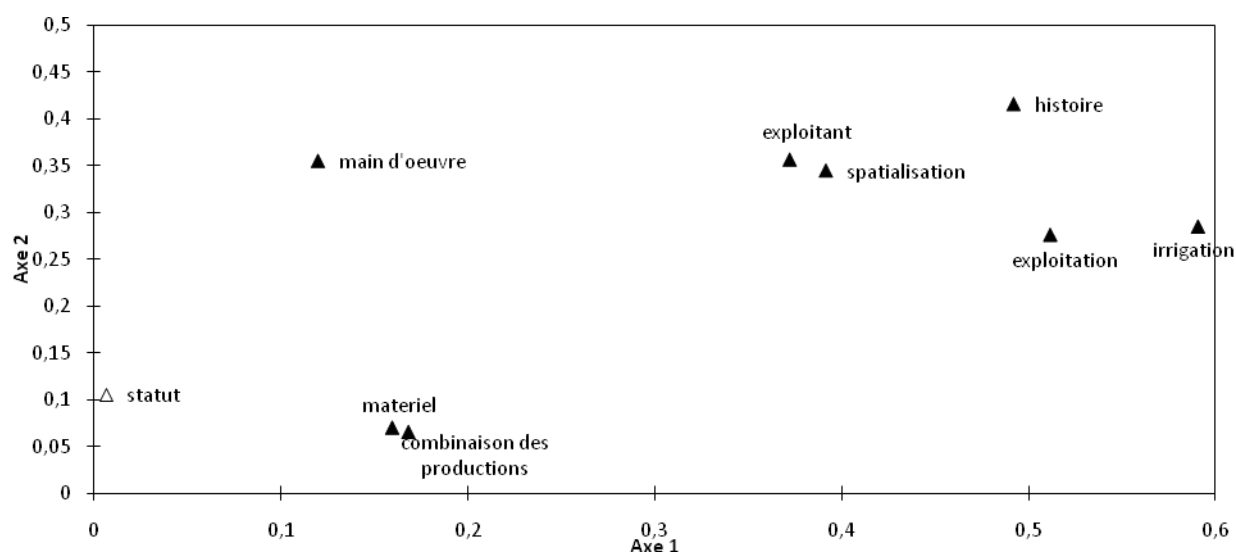
test.chi2		
	p.value	df
effet_precedent	0	8
Typefertilisation	0	2
materiel_epandage_MO	0	8
plan_epandage	0	4
effluents	0	8
residus	8,00E-04	8

category					
Mixtes ressources					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Typefertilisation=Mixte	80.5556	100	59.0164	0	6.5073
effet_precedent=Oui engrais	95	65.5172	32.7869	0	5.1914
plan_epandage=Oui	90.9091	68.9655	36.0656	0	5.0417
materiel_epandage_MO=Tiers	100	31.0345	14.7541	0.0012	3.2498
effluents=pas_d_effluent	58.1395	86.2069	70.4918	0.0206	2.315
analyse=Non	11.1111	3.4483	14.7541	0.0384	-2.0704
plan_epandage=Non	18.9189	24.1379	60.6557	0	-5.5627
effet_precedent=Pas_de_MO	0	0	40.9836	0	-6.5073
Typefertilisation=Minerale	0	0	40.9836	0	-6.5073
materiel_epandage_MO=Pas_de_MO	0	0	40.9836	0	-6.5073

Minéraux					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
effet_precedent=Pas_de_MO	100	100	40.9836	0	8.4789
Typefertilisation=Minerale	100	100	40.9836	0	8.4789
materiel_epandage_MO=Pas_de_MO	100	100	40.9836	0	8.4789
plan_epandage=Non	67.5676	100	60.6557	0	5.4817
effluents=marachage_prioritaire	87.5	28	13.1148	0.0125	2.4981
analyse=Non	77.7778	28	14.7541	0.0397	2.0574
materiel_epandage_MO=NA	0	0	11.4754	0.0383	-2.072
materiel_epandage_MO=Tiers	0	0	14.7541	0.0109	-2.5473
materiel_epandage_MO=main	0	0	14.7541	0.0109	-2.5473
effet_precedent=Non	0	0	18.0328	0.0029	-2.9809
materiel_epandage_MO=Propriete	0	0	18.0328	0.0029	-2.9809
effet_precedent=Oui engrais	0	0	32.7869	0	-4.7213
plan_epandage=Oui	0	0	36.0656	0	-5.0982
Typefertilisation=Mixte	0	0	59.0164	0	-8.4789

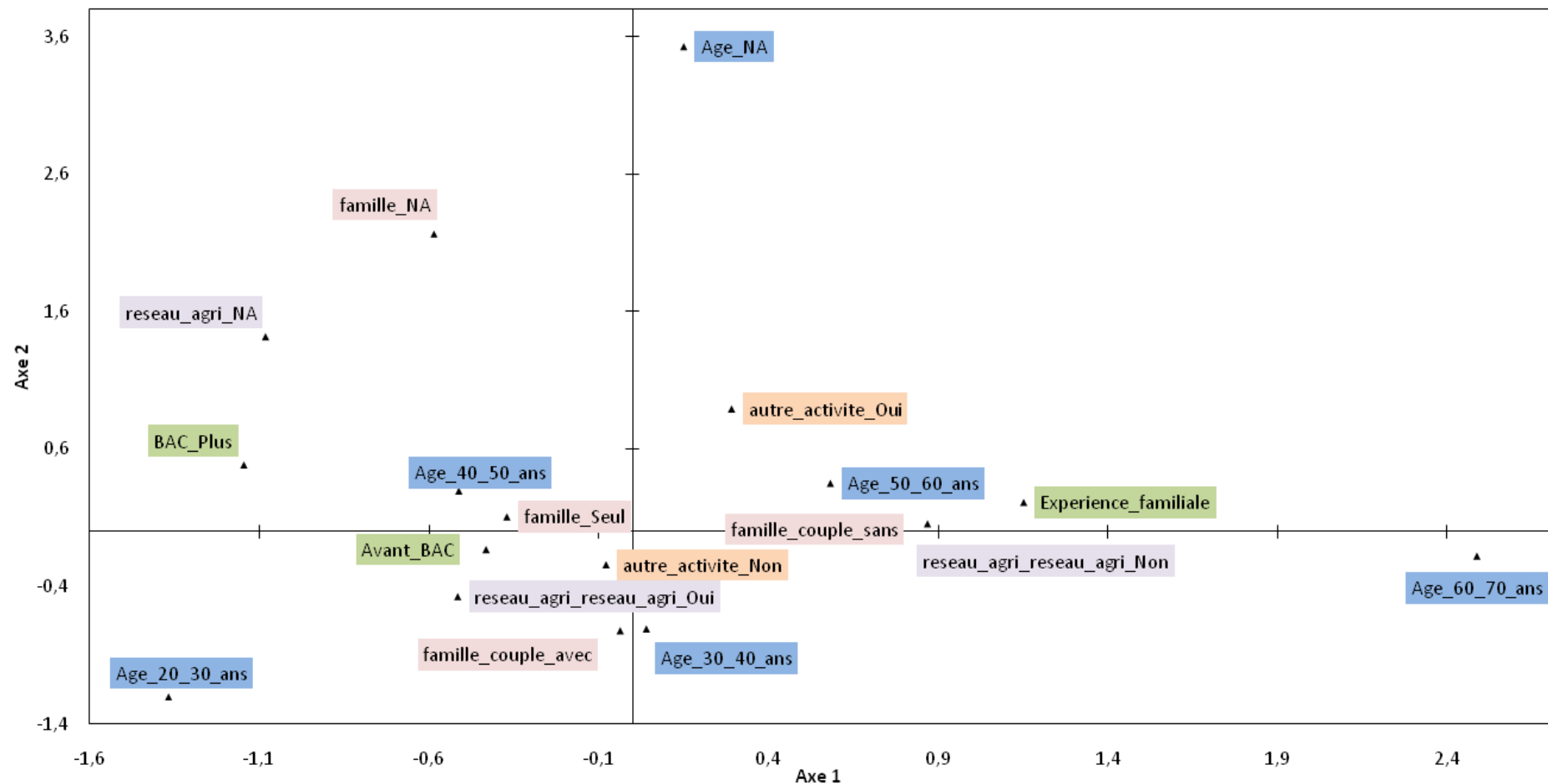
Mixtes déchets					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
effet_precedent=Non	54.5455	85.7143	18.0328	1,00E-04	3.8732
effluents=Sa_canne	60	42.8571	8.1967	0.0175	2.3764
residus=export_partiel_interne	60	42.8571	8.1967	0.0175	2.3764
effluents=Exporte	100	28.5714	3.2787	0.023	2.2743
residus=export_complet	50	42.8571	9.8361	0.0331	2.1307
Typefertilisation=Mixte	19.4444	100	59.0164	0.0383	2.072
effet_precedent=Pas_de_MO	0	0	40.9836	0.0383	-2.072
Typefertilisation=Minerale	0	0	40.9836	0.0383	-2.072
materiel_epandage_MO=Pas_de_MO	0	0	40.9836	0.0383	-2.072
effluents=pas_d_effluent	2.3256	14.2857	70.4918	0.0038	-2.8939

## Annexe 11 Résultats de l'AFM sur les caractéristiques fonctionnelles lot 2

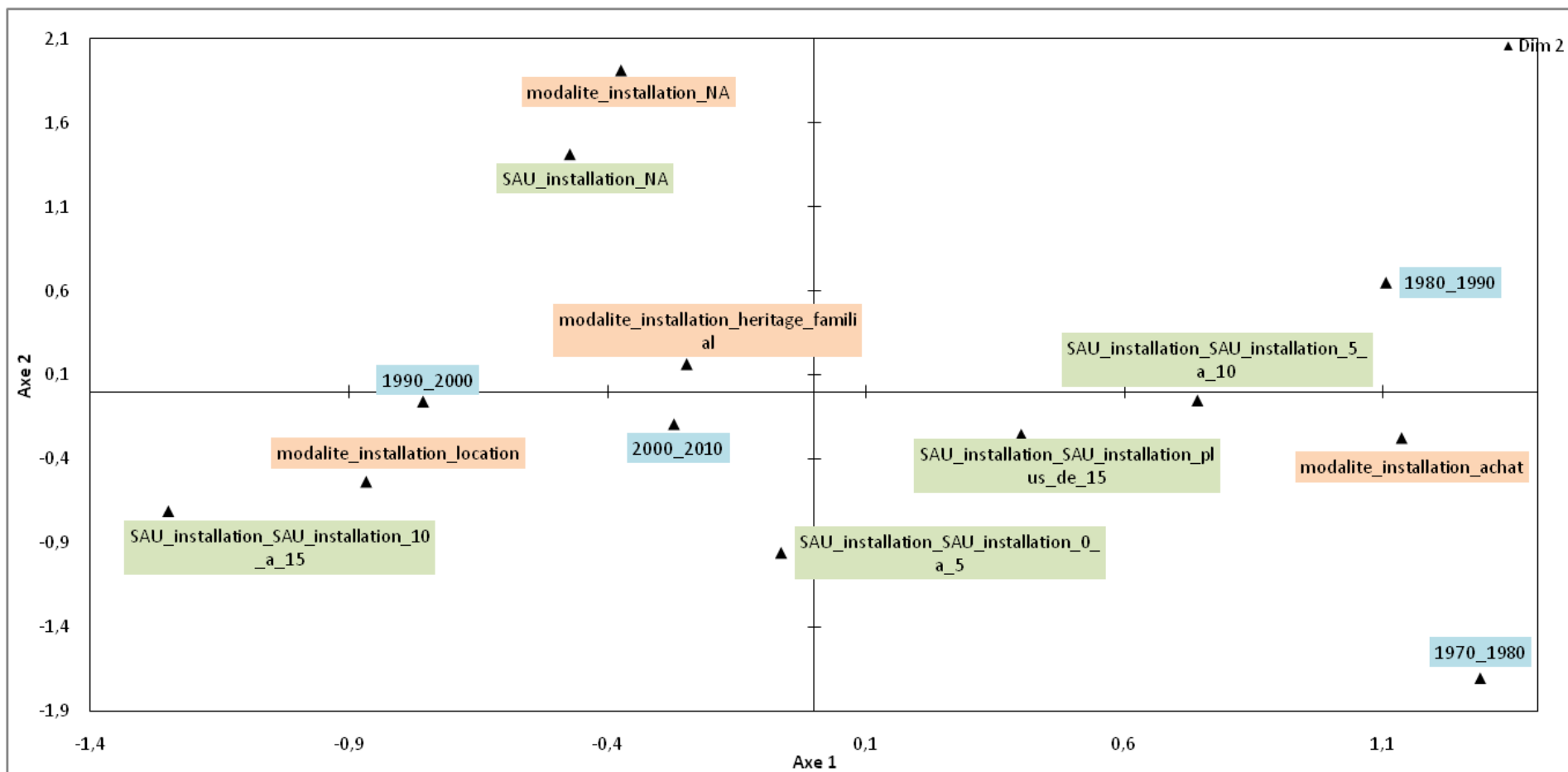


Résultats de l'AFM. Les triangles plein représentent les groupes de variables actifs, le triangle vide un groupe de variables illustratives.

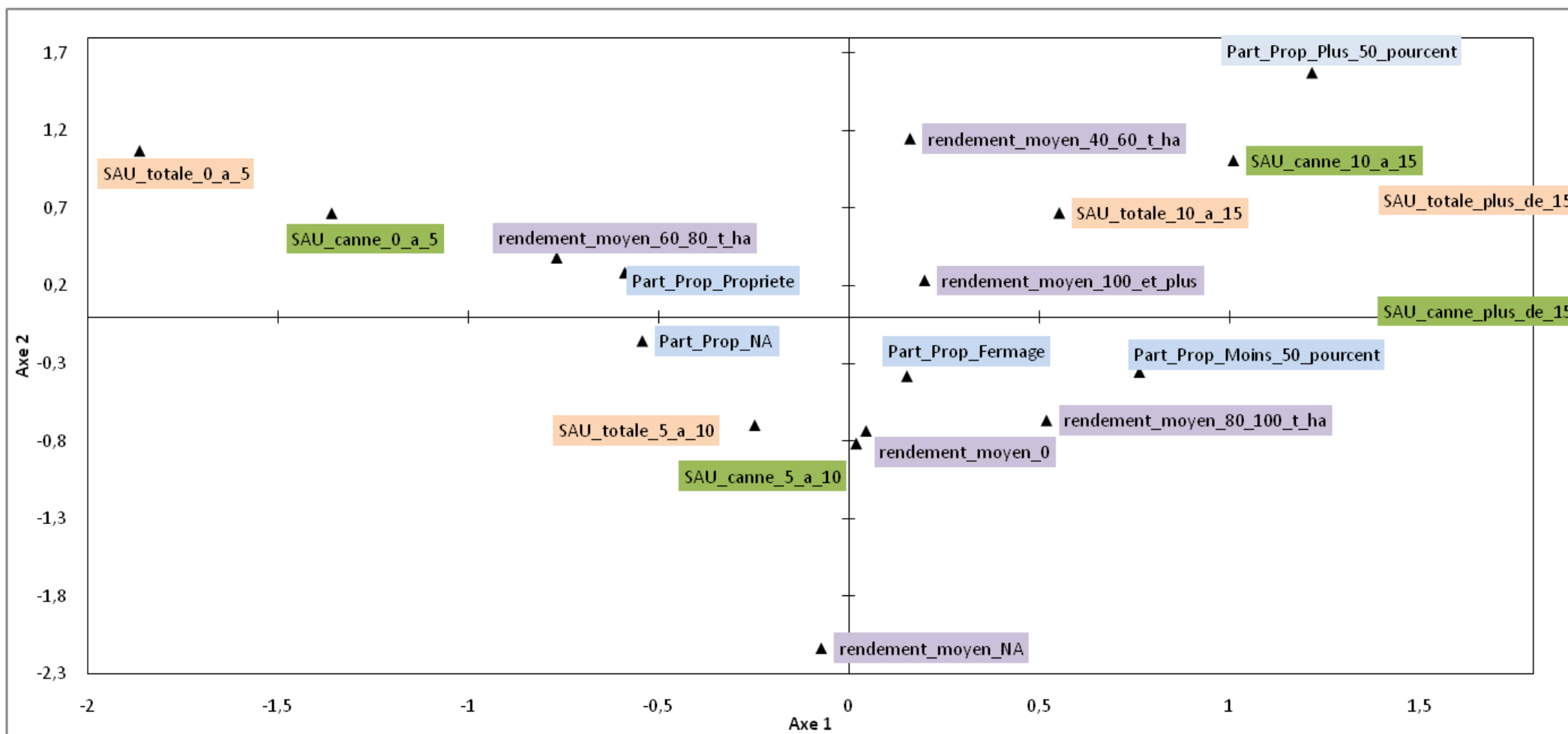
Les graphes suivants représentent les résultats d'analyse AFCM groupe de variable par groupe de variables. Seuls les groupes regroupant plusieurs variables sont représentés.



Groupe de variables caractérisant les exploitants. L'axe 1 oppose les très jeunes (moins de 30 ans) aux très vieux (plus de 60 ans) ainsi que les exploitants ayant suivi une formation agricole de type BPA ou formation post-bac à ceux qui ont été formés par leur famille. On voit d'ailleurs que les modalités « expérience familiale » et les classes d'âges plus avancées sont proches, et à l'opposé, les jeunes sont généralement plus formés. Les jeunes formés sont également plus souvent impliqués dans un réseau d'agriculteurs.

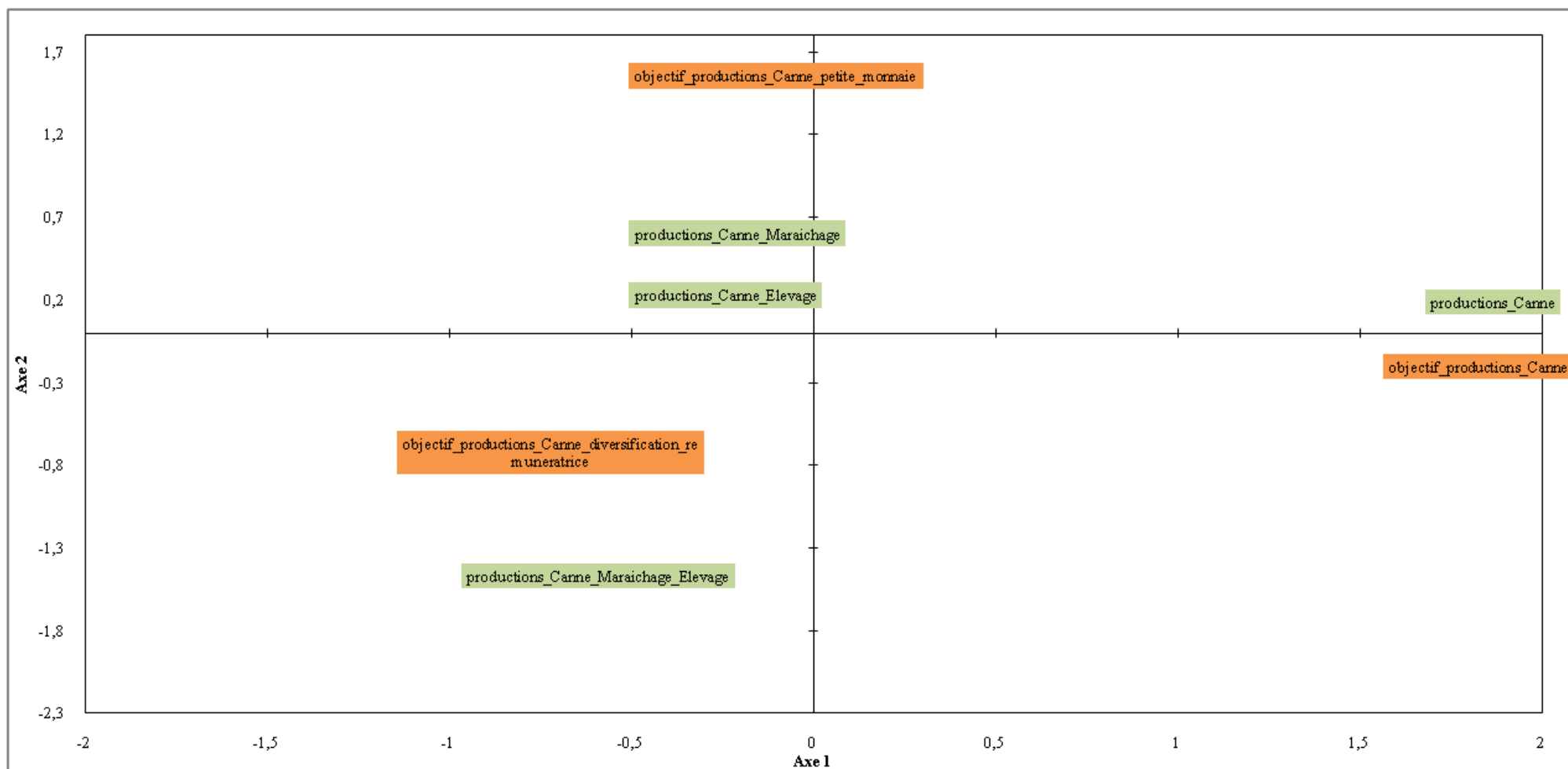


Groupe de variables caractérisant l'histoire de l'exploitation. L'axe 1 oppose les installations récentes (après 1990) aux plus anciennes. Les installations anciennes sont proches de la modalité « achat » lors de l'installation, alors que les plus récentes le sont de la modalité « location ». On n'observe pas de gradient clair pour les surfaces d'installation, les surfaces entre 10 et 15 ha sont opposées aux autres surfaces.

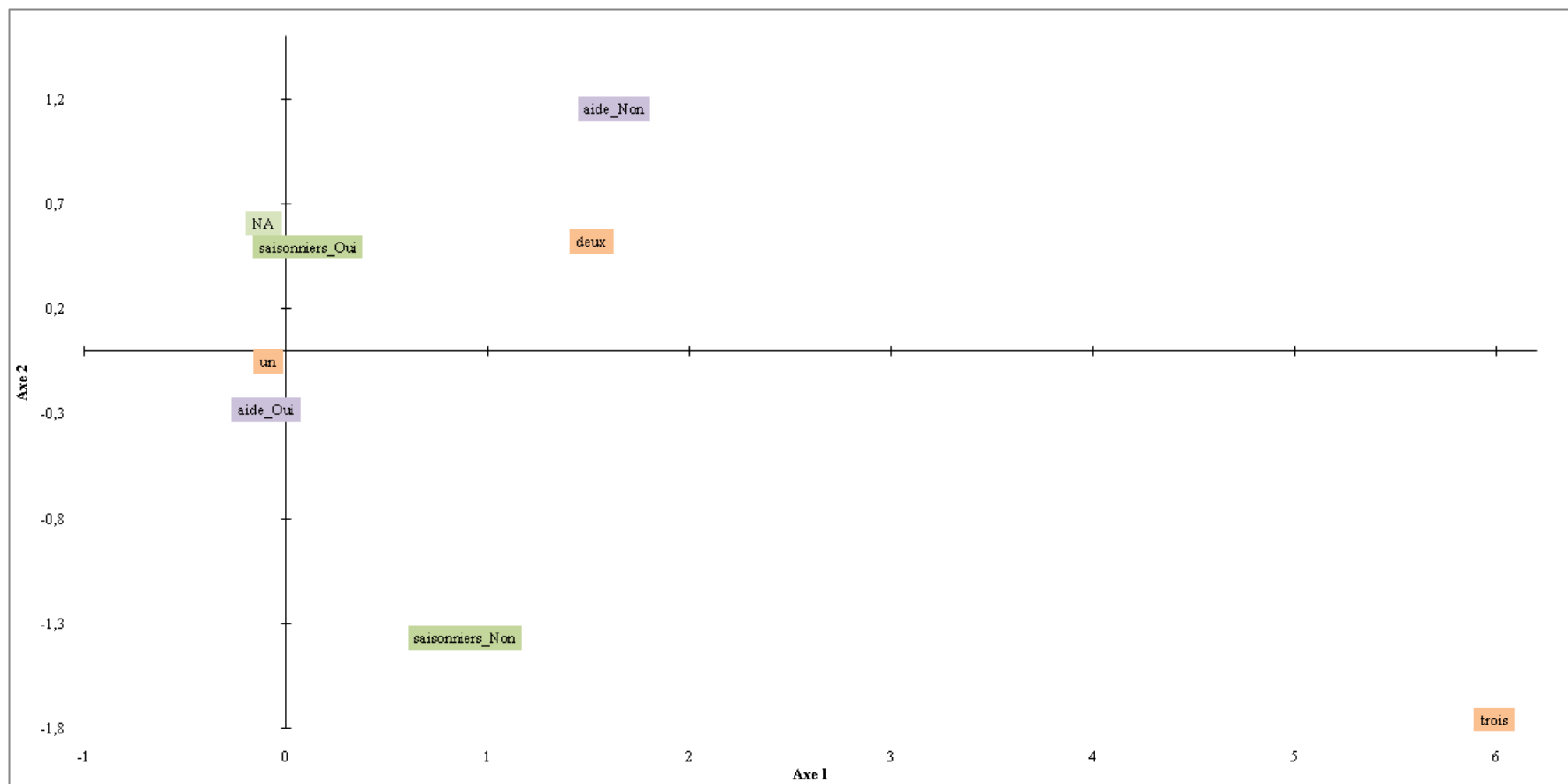


Groupe de variables caractérisant l'exploitation. L'axe 1 oppose les petites surfaces totales et de canne aux grandes surfaces et les propriétaires aux exploitants ne possédant pas toute leur surface. On n'observe pas de gradient clair de rendements par rapport aux surfaces. L'axe 1 oppose les rendements moyens bas aux autres rendements.

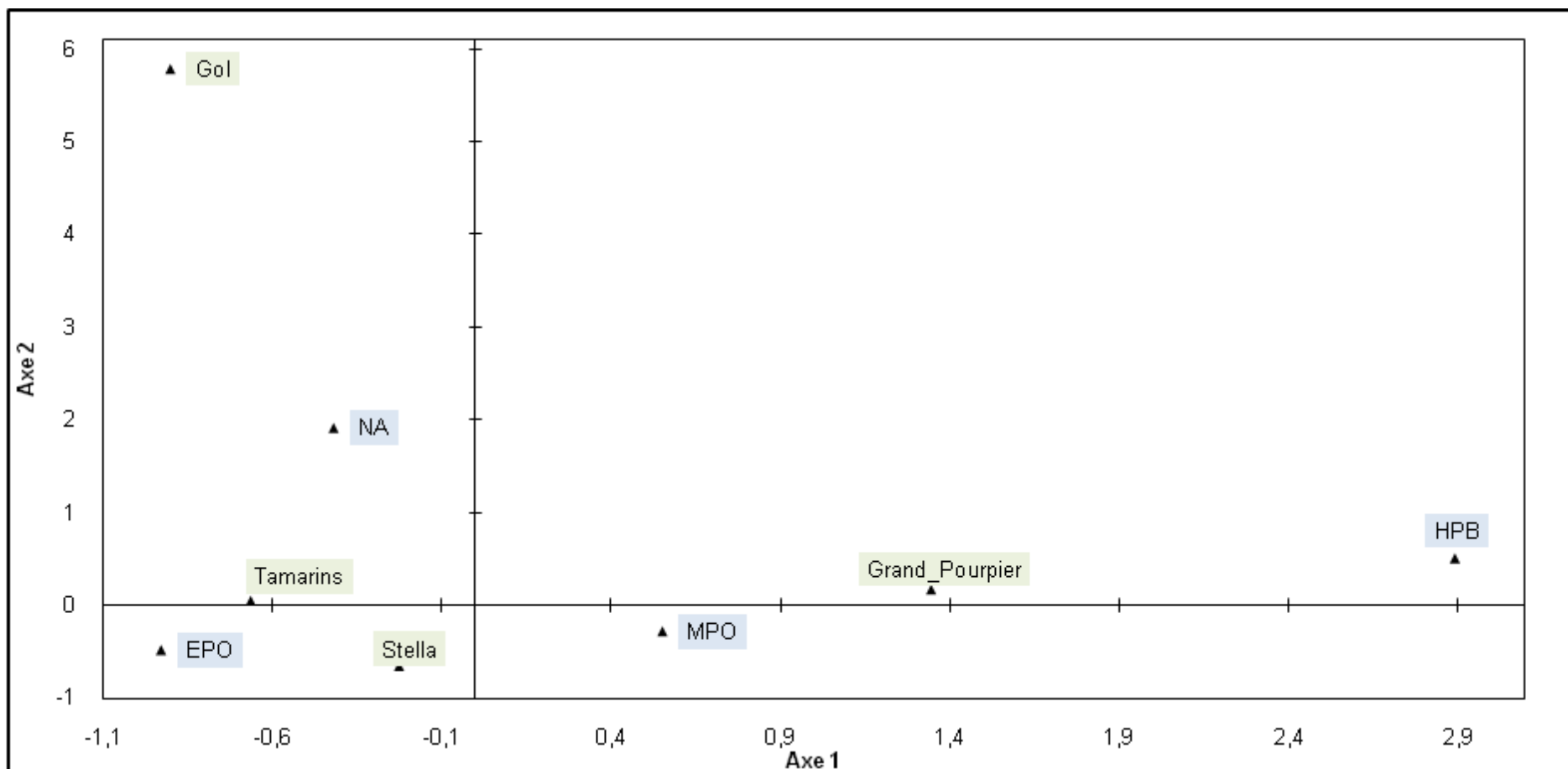




*Groupe de variables caractérisant la combinaison des productions. Comme observé dans mes enquêtes, on voit clairement une opposition entre les exploitations qui ne font que de la canne et les exploitations diversifiées sur l'axe 1. Sur l'axe 2 on voit que la diversification complète en maraichage et élevage est liée à un objectif de rémunération sûre. D'un autre côté, une diversification seulement en maraichage est davantage liée à la volonté de gagner une petite monnaie en complément de la canne.*



Groupe de variables caractérisant la main d'œuvre. L'axe un est marqué par le gradient du nombre de permanents dans l'exploitation. L'axe 2 oppose les exploitations déclarant employer des saisonniers à celles qui déclarent ne pas en employer. Majoritairement, les exploitations font appel à de l'aide familiale ou une entraide entre agriculteurs, sauf quand il y a deux permanents, la modalité est proche de « aide non ».



Groupe de variables caractérisant la spatialisation. L'axe 1 oppose les milieu pédo-climatiques et les bassins de livraison de canne. Le Gol n'est représenté que par une seule exploitation, c'est pourquoi cette modalité est très éloignée du nuage de points. On remarque que les bassins des Tamarins et de Stella sont proches du milieu des extrémités de planèzes ondulées, à savoir des basses pentes alors que Grand Pourpier est proche de modalités de milieu correspondant à de plus hautes altitudes.

## Annexe 12 Résultats de la classification sur les caractéristiques fonctionnelles lot 2

test.chi2		
	p.value	df
date_installation	0	9
Age	0	15
irrigation	0	9
autre_activite	0	3
Plate-forme_canne	0	9
Milieu_physique	1,00E-04	9
Part_Prop	2,00E-04	12
saisonniers	5,00E-04	6
aide	0.0043	3
objectif_productions	0.0078	6
rendement_moyen	0.015	15
productions	0.0234	9
modalite_installation	0.0381	9
statut	0.0406	6

category					
Irrigués des bas des Tamarins					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
irrigation=GàG	93.3333	63.6364	24.5902	0	5.0898
Milieu_physique=EPO	75	68.1818	32.7869	0	4.148
date_installation=1990_2000	66.6667	63.6364	34.4262	9,00E-04	3.318
-forme_canne=Tamarins	57.1429	72.7273	45.9016	0.0036	2.915
Part_Prop=Fermage	58.3333	63.6364	39.3443	0.0082	2.6427
productions=Canne_Maraichage	51.7241	68.1818	47.541	0.0302	2.1674
rendement_moyen=80_100_t_ha	57.8947	50	31.1475	0.0372	2.0841
reseau_agri=Oui	51.8519	63.6364	44.2623	0.0432	2.0221
aide=Oui	42.8571	95.4545	80.3279	0.0468	1.9879
aide=Non	8.3333	4.5455	19.6721	0.0468	-1.9879
reseau_agri=Non	19.2308	22.7273	42.623	0.0341	-2.1183
saisonniers=Non	11.7647	9.0909	27.8689	0.0249	-2.2427
Age=50_60_ans	7.1429	4.5455	22.9508	0.0172	-2.3821
date_installation=1980_1990	6.25	4.5455	26.2295	0.0058	-2.7574
Plate-forme_canne=Grand_Pourpier	5.8824	4.5455	27.8689	0.0033	-2.9401
rendement_moyen=60_80_t_ha	5.5556	4.5455	29.5082	0.0018	-3.1204
Milieu_physique=MPO	6.6667	9.0909	49.1803	0	-4.6421
irrigation=Non_irriguee	0	0	42.623	0	-5.2742

Non irrigués des hauts de Grand Pourpier					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Plate-forme_canne=Grand_Pourpier	88.2353	71.4286	27.8689	0	5.2398
irrigation=Non_irriguee	69.2308	85.7143	42.623	0	4.7809
saisonniers=Non	76.4706	61.9048	27.8689	1,00E-04	3.9639
Milieu_physique=MPO	56.6667	80.9524	49.1803	7,00E-04	3.3947
date_installation=2000_2010	61.9048	61.9048	34.4262	0.003	2.9715
Part_Prop=Moins_50_pourcent	75	28.5714	13.1148	0.032	2.1439
autre_activite=Non	41.6667	95.2381	78.6885	0.0394	2.06
autre_activite=Oui	7.6923	4.7619	21.3115	0.0394	-2.06
irrigation=Aspersion	11.1111	9.5238	29.5082	0.0231	-2.2713
Plate-forme_canne=Tamarins	14.2857	19.0476	45.9016	0.0045	-2.8383
irrigation=GàG	0	0	24.5902	0.0011	-3.2534
saisonniers=Oui	9.6774	14.2857	50.8197	1,00E-04	-3.9825
Milieu_physique=EPO	0	0	32.7869	0	-4.0843

Doubles actifs					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
autre_activite=Oui	76.9231	76.9231	21.3115	0	4.8068
date_installation=1980_1990	62.5	76.9231	26.2295	0	4.1321
Age=50_60_ans	64.2857	69.2308	22.9508	1,00E-04	3.859
Part_Prop=Propriete	50	84.6154	36.0656	2,00E-04	3.7643
rendement_moyen=60_80_t_ha	50	69.2308	29.5082	0.002	3.0901
aide=Non	58.3333	53.8462	19.6721	0.0037	2.9048
Prestation_service=Autonome_transport_ou_chargement	66.6667	30.7692	9.8361	0.0313	2.1528
irrigation=GàG	0	0	24.5902	0.031	-2.1571
Age=30_40_ans	0	0	26.2295	0.0222	-2.2863
aide=Oui	12.2449	46.1538	80.3279	0.0037	-2.9048
date_installation=2000_2010	0	0	34.4262	0.0037	-2.9056
objectif_productions=Canne_diversification_remuneratrice	5.5556	15.3846	59.0164	9,00E-04	-3.3158
autre_activite=Non	6.25	23.0769	78.6885	0	-4.8068

Les anciens de Stella					
	Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
date_installation=1970_1980	100	60	4.918	6,00E-04	3.4524
Age=60_70_ans	100	60	4.918	6,00E-04	3.4524
modalite_installation=achat	22.7273	100	36.0656	0.0089	2.6177
Plate-forme_canne=Stella	26.6667	80	24.5902	0.0221	2.2883
SAU_canne=10_a_15	26.6667	80	24.5902	0.0221	2.2883
Formation=Experience_familiale	22.2222	80	29.5082	0.0471	1.9853

## RESUME

On estime qu'à l'horizon 2020, à la Réunion, le développement urbain et celui des élevages va entraîner des augmentations de plus de 50% des volumes de boues de station d'épuration et d'effluents d'élevage produits. (Thuriès, 2011). Dans le même temps, l'agriculture réunionnaise, dépendante des engrais de synthèse subit de plein fouet leur variation de prix (GCL développement durable, 2010). Alors que les effluents d'élevage et les déchets des sucreries trouvent aujourd'hui des circuits de valorisation agricole, les matières organiques des collectivités sont majoritairement stockées en Centre de Stockage des Déchets Ultimes (CSDU). Dans un enjeu de développement durable, les collectivités souhaitent valoriser ces matières en agriculture. Face au mitage des surfaces agricoles utiles par l'expansion urbaine et aux difficultés d'accès aux parcelles liées au relief escarpé de la Réunion, les acteurs du monde agricole craignent une compétition des différents producteurs de matière organique pour les surfaces épandables. Afin de parvenir à une gestion concertée de ces matières, ces acteurs ont choisi de s'engager dans le projet participatif Gestion Intégrée des Résidus Organiques par la Valorisation Agronomique à la Réunion (GIROVAR), coordonné par le pôle Risque Environnemental, Agriculture et Gestion Intégrée des Ressources (REAGIR) du Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Le travail présenté dans ce document fait partie de l'étude de la demande des agriculteurs en matières organiques. Il vise à caractériser les pratiques de fertilisation des planteurs de canne dans la communauté de communes du Territoire Côte Ouest (TCO) et à évaluer les déterminants de ces pratiques qui peuvent représenter des leviers d'action. Un échantillon représentatif d'exploitations cannières a été étudié grâce à la combinaison de bases de données d'enquêtes existantes complétées par de nouvelles enquêtes en 2011. L'étude statistique de ces données a permis de mettre en évidence que le développement de l'utilisation des matières organiques par les planteurs de canne nécessite de travailler sur la perception de ces matières par les agriculteurs, pour aller vers une meilleure prise de conscience de leur valeur fertilisante et de permettre la mise en pratique d'une volonté de diminution des doses d'engrais minéral utilisé en combinaison avec les matières organiques. De plus, la majorité des matières organiques épandues à ce jour dans le TCO sont épandues mécaniquement. Développer leur utilisation nécessite d'améliorer la disponibilité et les performances des outils d'épandage existants afin de pouvoir étendre les surfaces disponibles pour l'épandage ou de transformer les matières brutes en produits épandables manuellement. Enfin, l'implication de l'agriculteur dans un réseau social de professionnel apparaît comme un déterminant fort d'une fertilisation mixte où les doses d'engrais minéral sont raisonnées en fonction des apports de matières organiques. Ces réseaux de professionnels peuvent donc représenter un relai non négligeable pour une transmission d'informations ou d'innovations, du terrain vers acteurs de la fertilisation en général et ces acteurs vers les agriculteurs.

**Mots clés :** Fertilisation, Canne à sucre, matières organiques, île de la Réunion, pratiques.

Pour citer cet ouvrage : Maurette, Noëlie, 2011. Caractérisation des pratiques de fertilisation de la canne à sucre et de leurs déterminants dans le Territoire de la Côte Ouest de la Réunion, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, spécialité Production Végétale Durable, Montpellier SupAgro. 94p.

Montpellier SupAgro, Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques de Montpellier, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier cedex 02. <http://www.supagro.fr>